

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Návrh úpravy křižovatky na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě-Svinově

Design of Modifications of Intersection on Bílovecká-Street near Hornbach in
Ostrava-Svinov

Student:

Martin Plecák

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student:

Martin Plecák

Studijní program:

B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor:

3647R020 Dopravní stavby

Téma:

Návrh úprav křižovatky na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě-Svinově
Design of Modifications of Intersection on Bílovecká-Street near
Hornbach in Ostrava-Svinov

Zásady pro vypracování:

V práci budou provedeny potřebné dopravní průzkumy dopravních proudů na neřízené křižovatce na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě-Svinově (křižovatka s lomenou předností v jízdě). Dále bude provedena analýza dopravní nehodovosti. Cílem práce je provést variantní návrh úprav organizace a řízení na této křižovatce za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Návrhy budou podloženy potřebnými kapacitními výpočty a výkresovou dokumentací. U všech variant bude provedeno ověření průjezdnosti vlečnými křivkami a simulace provozu v programu PTV VISSIM.

Osnova:

1. Úvod
2. Popis dané křižovatky, provedení dopravních průzkumů
3. Analýza dopravní nehodovosti
4. Variantní návrhy úprav na křižovatce (kapacitní výpočty, výkresová dokumentace)
5. Ověření průjezdnosti křižovatky vlečnými křivkami a provedení simulace
6. Zhodnocení návrhů a výběr nejvhodnějšího návrhu
7. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Technické podmínky TP 81 – Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích. 2. vyd., Brno: Centrum dopravního průzkumu Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9

Technické podmínky TP 135 – Projektování okružních křižovek na silnicích a místních komunikacích. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy ČR, 2005

Technické podmínky TP 188 – Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovek. Liberec: EDIP. Nakladatelství Koura publishing. 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9

ČSN 73 6102 Projektování křižovek na pozemních komunikacích

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

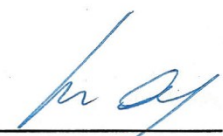
Datum zadání: 29.10.2010

Datum odevzdání: 02.05.2011





doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.
děkanka fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Anotace

Cílem bakalářské práce je provést variantní návrh úprav organizace a řízení na křižovatce na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě - Svinově (křižovatka s lomenou předností v jízdě). Bakalářskou práci můžeme rozdělit na tři fáze. První fáze se zabývá popisem původního stavu křižovatky, vyhodnocením dosavadních problémů způsobené dopravou a jejich dopadem na samotnou křižovatku, přičemž vycházíme z podkladů jako je dopravní průzkum a nehodovost v místě křižovatky. Výše zmíněné podklady patřičným způsobem vyhodnotíme a navrhneme opatření, které budou vést k úpravám, za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu dopravy. V druhé fázi se budeme zabývat samotnými návrhy úprav křižovatky, podložené potřebnými kapacitními výpočty a příslušnou výkresovou dokumentací. U všech variant bude provedeno ověření průjezdnosti vlečnými křivkami a simulace provozu v programu PTV VISSIM. V poslední třetí fázi se budeme zabývat vyhodnocením a vybráním nejschůdnější varianty řešení na základě určených kritérií a vyvodí se závěr, ve kterém vybereme nejlepší možný návrh.

Anotation

The aim of this Bachelor thesis is to carry out variant project of modifications of the organization and the control at the crossroads on Bílovecká - Street near Hornbach in Ostrava-Svinov (the crossroad with the nonlinear right of way). We might divide the Bachelor thesis into three parts. The first one deals with the description of the original state of this crossroad, evaluation of present problems caused by the traffic and by their impact on the crossroad, whereas we stem from data such as traffic research and accident frequency on this place. Data mentioned above will be evaluated in proper way and we will suggest steps which will lead to the modifications which will ensure higher security and continuous traffic. The second part is dedicated to the project of this crossroad modification well-founded by needed capacitive calculation and appropriate graphical documentation. The examination of the capacity of street by means of trailing curve and the simulation of the traffic by means of program called PTV VISSIM will be carried out in all variations. Finally, we will analyze and choose the most feasible variation of solution on the basis of appointed criteria and we will deduce conclusion in which we will choose the best project.

Obsah bakalářské práce:

SEZNAM POUŽÍYCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	9
1 ÚVOD	13
2 POPIS OBLASTI	14
2.1 Popis křižovatky	15
2.2 Širší dopravní vztahy	17
2.3 Dopravní průzkum	18
2.3.1 Vyhodnocení dopravního průzkumu	19
2.3.2 Výpočet špičkové hodiny	22
2.4 Studie dopravní nehodovosti	30
2.4.1 Nehodovost na území Ostravy v Moravskoslezském kraji	30
2.4.2 Nehodovost křižovatky na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě – Svinově	30
2.5 Konfliktní situace s využitím Folprechtovy videoanalýzy	33
2.5.1 Základní popis a princip Folprechtovy videoanalýzy	33
2.5.2 Využití Folprechtovy videoanalýzy na křižovatce na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě – Svinově	35
2.5.3 Vyhodnocení videoanalýzy použitím Folprechtovy metody	37
2.5.4 Další využití videozáznamu	37
2.6 Výpočet kapacity úrovnňové neřízené křižovatky v letech 2010 a 2030	38
2.6.1 Prognóza intenzity dopravních proudů v roce 2030.....	38
2.6.2 Rozhodující intenzity nadřazených proudů.....	39
2.6.3 Hodnoty kritických a následných odstupů	42
2.6.4 Základní kapacita	43
2.6.5 Skutečná kapacita společných pruhů	47
2.6.6 Určení úrovně kvality dopravy pro rok 2010 a 2030	48
3 VARIANTNÍ NÁVRHY ÚPRAV KŘÍŽOVATKY	50
3.1 Varianta 1 – Drobné stavební úpravy a zachování stávajícího stavu.....	50
3.1.1 Rozpočet.....	52
3.2 Varianta 2 – Návrh světelného signalizačního zařízení.....	53
3.2.1 Sestavení signálního plánu – určení mezičasů	53
3.2.2 Sestavení signálního plánu – délka cyklu a kapacitní výpočty	57
3.2.3 Signální plán	61
3.2.4 Stavební úpravy.....	61
3.2.5 Rozpočet.....	64
3.3 Varianta 3 – Okružní křižovatka.....	65

3.3.1	Návrh okružní křižovatky	65
3.3.2	Kapacitní výpočty	66
3.3.3	Stavební úpravy.....	69
3.3.4	Rozpočet.....	71
4	ZHODNOCENÍ VARIANT	72
5	ZÁVĚR.....	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	74
	SEZNAM PŘÍLOH	76

SEZNAM POUŽÍÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka

Význam

B	Autobus
C	Cyklista
ČSN	Česká technická norma
j.v.	Jednotkové vozidlo
M	Motocykl
MHD	Městská hromadná doprava
MJ	Měrná jednotka
MK	Místní komunikace
Množ.	Množství
MO	Místní obslužná komunikace
N	Nákladní vozidlo
O	Osobní automobil
OK	Okružní křižovatka
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SSZ	Světelné signalizační zařízení
TP	Technické podmínky
ÚKD	Úroveň kvality dopravy
voz	Vozidlo

<i>Symbol</i>	<i>Význam</i>	<i>Jednotka</i>
ALG _e	stupeň vyklizení okružní křižovatky	[%]
C	reálná délka cyklu	[s]
C _n	kapacita jízdního pruhu n-tého dopravního proudu	[j.v./h]
C _{n,n,n}	kapacita společného pruhu	[j.v./h]
C _{opt}	optimální délka cyklu	[s]
G _n	základní kapacita dopravního proudu	[j.v./h]
I	hodinová intenzita dopravy	[voz/h]
I _d	denní intenzita dopravy dne průzkumu	[voz/den]
I _{H,n,rok}	intenzita nadřazeného proudu v daném roce	[voz/h]
I _{i,j,k}	návrhová intenzita dopravy dopravního proudu i,j,k	[j.v./h]
I _m	Intenzita dopravy v době průzkumu	[voz/průz.]
I _n	intenzita jízdního pruhu n-tého proudu	[j.v./h]
I _{sh}	intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den	[voz/h]
I _t	týdenní průměr denních intenzit	[voz/den]
I ₂₄	intenzita dopravy za 24hod	[j.v./den]
I ₂₀₁₀	intenzita vozidel v roce 2010	[voz/h]
I ₂₀₃₀	výhledová intenzita vozidel v roce 2030	[voz/h]
K	kapacita vjezdu	[j.v.]
L	celkový ztrátový čas	[s]
L	délka čekací fronty (kapitola 3.3.2)	[m]
L _e	kapacita vjezdu	[voz/h]
L _n	najížděcí dráha	[m]
L _{voz}	délka osobního automobilu	[m]
L _v	vyklizovací dráha	[m]
N _{95%}	stanovení délky front vozidel	[m]
P _{KS}	počet konfliktních situací za hodinu	[KS/h]
Q _a	intenzita vozidel na výjezdu	[voz/h]
Q _e	intenzita vozidel na vjezdu	[voz/h]
Q _k	intenzita vozidel na okružním pásu mezi výjezdem a následujícím vjezdem	[voz/h]
R	rezerva kapacity jízdního pruhu	[voz/h]

<i>Symbol</i>	<i>Význam</i>	<i>Jednotka</i>
R	poloměr odbočení (kapitola 3.2.1)	[m]
Rez	rezerva kapacity	[%]
RPDI	roční průměr denních intenzit	[voz/den]
S_{zakl}	základní saturovaný tok	[j.v./h]
a	podélný sklon jednotlivých ramen	[%]
$a_{v,n}$	stupeň vytížení dopravního proudu	[-]
b	vzdálenost mezi dvěma kolizními body	[m]
f	podíl odbočujících vozidel z vjezdu	[-]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy	[-]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu	[-]
k_{obl}	koeficient oblouku	[-]
k_R	relativní konfliktnost	[KS/100voz]
k_{rok}	výhledový růstový koeficient dopravy	[-]
$k_{RPDI,sh}$	koeficient špičkové hodiny intenzity dopravy	[-]
$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy	[-]
k_{skl}	koeficient sklonu	[-]
l	ztrátový čas	[s]
l_{pruh}	délka řadících pruhů	[m]
l_{voz}	délka vyklizovacího vozidla	[m]
p_i^d	podíl hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy	[%]
p_i^t	podíl denní intenzit dopravy dne průzkumu i na týdenním průměru denních intenzit dopravy	[%]
p_r^j	podíl denní intenzity dopravy v měsíci i roce na ročním průměru denních intenzit dopravy	[%]
$p_{x,n}$	pravděpodobnost současného nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu	[-]
$p_{z,n}$	pravděpodobnost současného nevzdutí stavu dopravních proudů	[-]

<i>Symbol</i>	<i>Význam</i>	<i>Jednotka</i>
$p_{o,n}$	pravděpodobnost nevzdutého stavu dopravního proudu	[-]
t_b	bezpečnostní doba pro vyklizující motorové vozidlo	[s]
t_f	následný časový odstup	[s]
t_g	kritický časový odstup	[s]
t_m	mezičas	[s]
t_n	najížděcí doba	[s]
t_v	vyklizovací doba	[s]
t_w	střední doba zdržení	[s]
v	rychlost	[m/s]
$v_{85\%}$	rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost, kterou nepřekračuje 85 % vozidel	[km/h]
v_n	rychlost najíždějícího vozidla	[m/s]
v_v	rychlost vyklizovacího vozidla	[m/s]
y	stupeň saturace vjezdů	[-]
Y	celkový stupeň saturace	[-]
z	délka zelené pro kritický vjezd	[s]
z'	efektivní zelená	[s]
α	faktor, který je dán vzdáleností vjezdu a výjezdu a zohledňuje geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti	[-]

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce bude řešit v rozsahu studie úpravu a přestavbu úrovně průsečné křižovatky na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě - Svinově, kde se protínají místní komunikace (dále jen MK) II/479, III/4785, místní obslužná komunikace (dále jen MO) - ulice Bílovecká a ulice Hornbach vedoucí do obchodního centra Hornbach. Na dané křižovatce se od doby, kdy byla vybudována, mnohonásobně zvýšila doprava, čímž se snížila bezpečnost provozu a naopak zvýšila nehodovost vozidel. Také v blízkosti křižovatky bylo vybudováno obchodní centrum Hornbach a další dva obchodní řetězce okay a Mountfield. Bylo zvýšeno zatížení přilehlých komunikací a vytížení samotné křižovatky. Těmito faktory se zásadně změnila organizace dopravy na křižovatce od doby, kdy byla vybudována. Mým úkolem proto bude vypracovat nový návrh úpravy křižovatky tak, aby se zlepšila plynulost dopravy a zvýšila její bezpečnost.

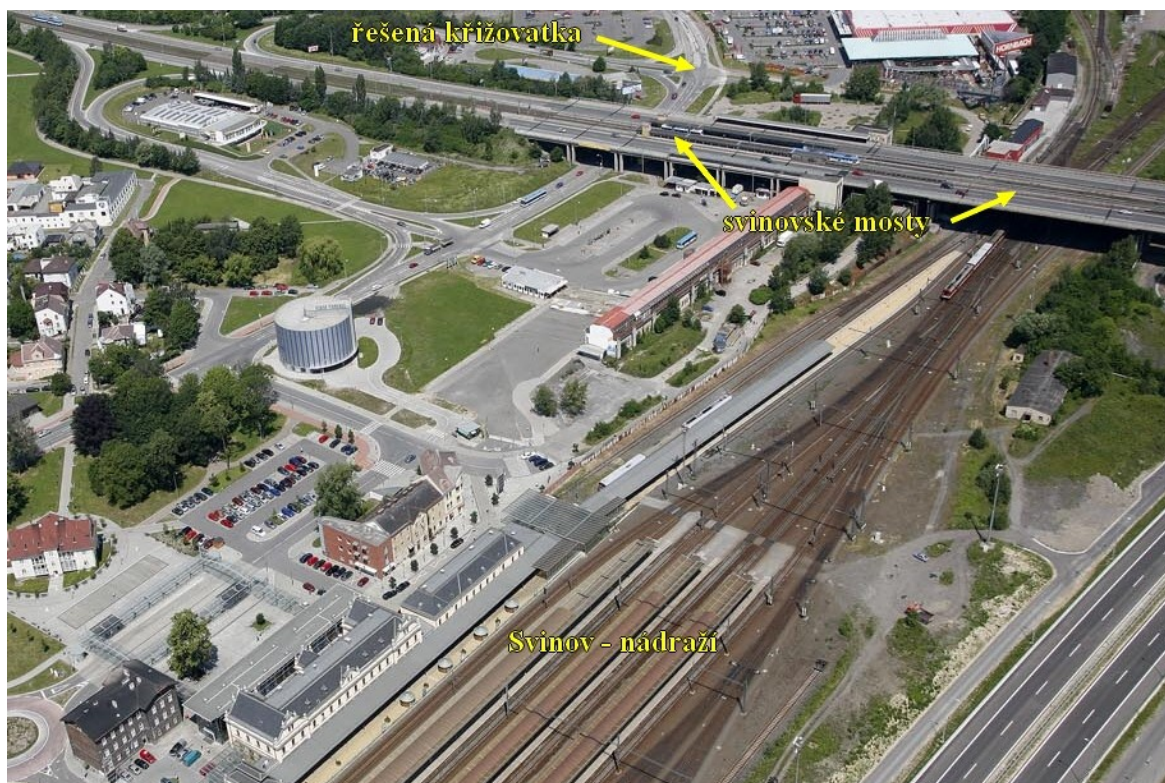
Jako základní podklad pro mou bakalářskou práci budou sloužit mnou provedeny dopravní průzkumy dopravních proudů na neřízené křižovatce čárkovací metodou v intervalech po 15 minutách. Dále bude analyzována nehodovost, budou vyznačena místa střetů vozidel s popisem, o jaký druh nehody šlo. Následně se vypracují 3 variantní návrhy řešení křižovatky. První varianta se bude zabývat drobnými úpravami bez nutnosti velkých změn a investic. Druhá varianta bude spočívat ve vypracování návrhu světelného signalizačního zařízení a jeho výsledkem bude signální plán. Třetí variantní návrh bude, co se týče stavebních úprav, nejrozsáhlejší, protože se bude jednat o návrh okružní křižovatky. Všechny návrhy úprav budou podloženy kapacitními výpočty a příslušnou výkresovou dokumentací. Budou ověřeny průjezdnosti křižovatky vlečnými křivkami v programu Autoturn 6.0.1. U všech variant bude také vypracována simulace provozu v programu PTV VISSIM.

Závěr bakalářské práce bude tvořit vyhodnocení a posouzení kladů a záporů jednotlivých stavebních úprav křižovatky. Následně se rozhodne a vybere nejlepší možná varianta řešení přestavby dané křižovatky.

2 POPIS OBLASTI

Svinov, dříve starobylá slezská obec, v roce 1936 povýšena na město, je dnes jeden z městských obvodů Ostravy. Rozkládá se na ploše asi 12 km² a v současnosti čítá téměř 4 600 obyvatel. Původní osada byla založena v údolí Porubky, kde vznikala první hospodářská stavení. Postupem času se osada dále rozrůstala. K velkému nárůstu obyvatelstva došlo počátkem 80. let, kdy se přistěhovalo více než 1000 nových občanů. S rostoucím osídlením souvisel i rozvoj infrastruktury. Významnou akcí městského obvodu Svinova byla přestavba svinovského nádraží a přednádražního prostoru. Historická nádražní budova byla doplněna moderní, architektonicky vyváženou prosklenou přístavbou. Díky svému dynamickému rozvoji se městský obvod Svinov stává stále významnější součástí Statutárního města Ostravy a roste i jeho význam v rámci celého Moravskoslezského kraje [1].

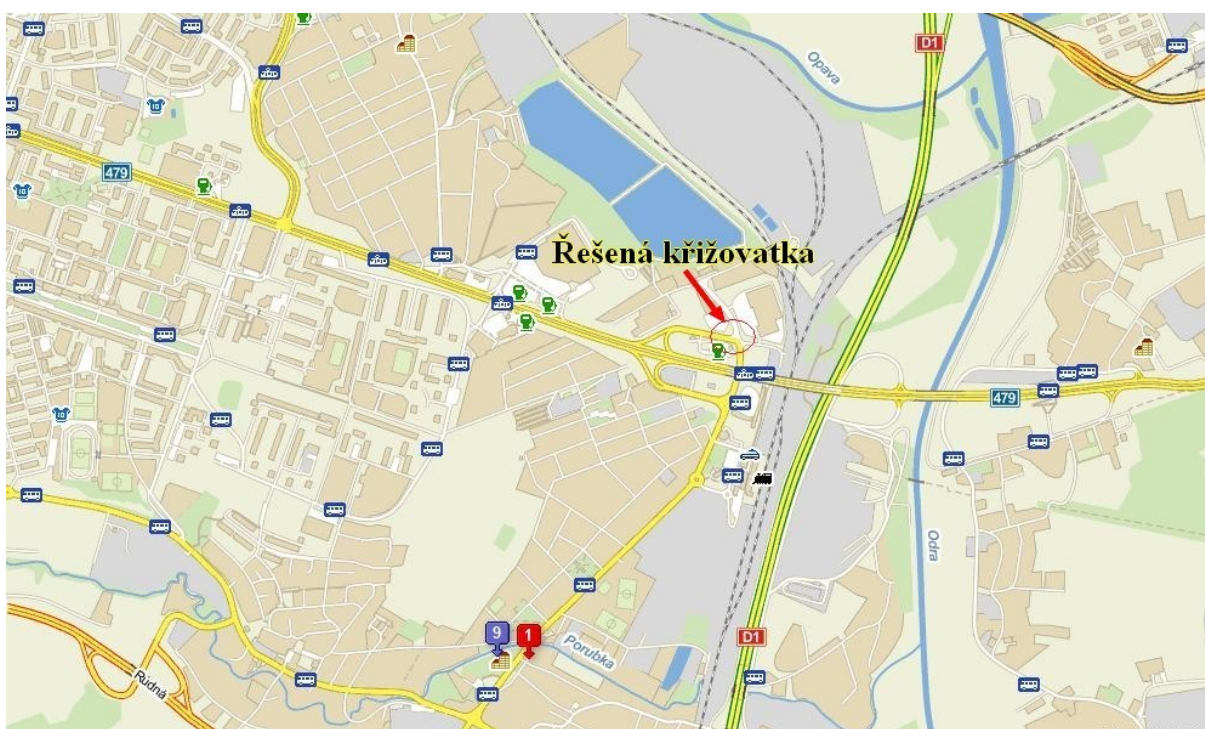
V blízkosti řešené křižovatky nalezneme dvě významné dominanty. Jak bylo již zmíněno, nejstarší a nejznámější dominantou Svinova je svinovské nádraží. Z důvodu přemostění železniční tratě ve Svinově a řeky Odry, později vznikla další významná stavba, svinovské mosty. Ty byly postaveny v 70. letech minulého století a dnes také slouží jako významný přestupný dopravní uzel v Ostravě.



Obrázek č. 2.1 – Letecký pohled popisované oblasti [2]

2.1 Popis křižovatky

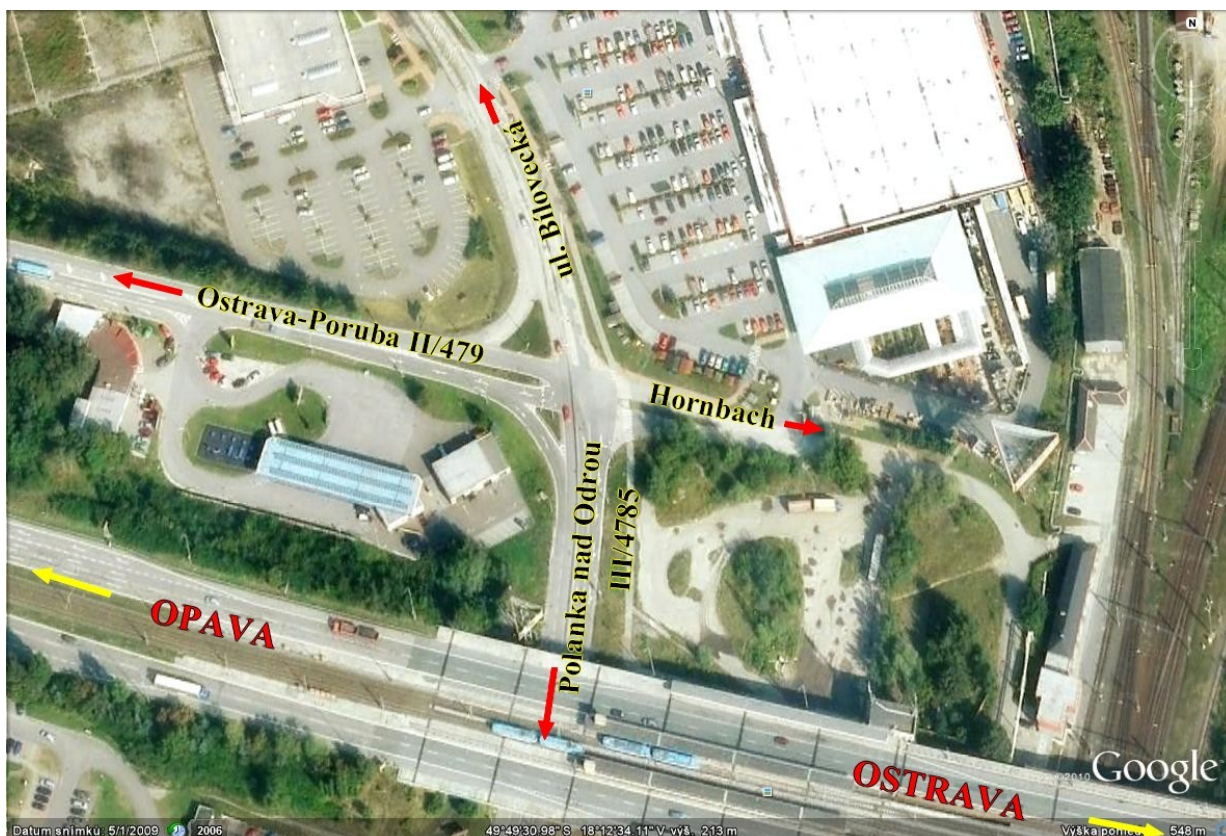
Řešená křižovatka se nachází v severní části obvodu Ostrava - Svinov a dopravně propojuje tuto část obvodu s dalším ostravským obvodem Ostrava - Poruba. V těsné blízkosti křižovatky se nachází obchodní centrum Hornbach. Obchodní centrum je zaměřeno na kutilské potřeby. V současné době, je to jeden z nejvíce navštěvovaných obchodů tohoto druhu v Ostravě. Proto musíme počítat se zvýšenou intenzitou dopravy směřující do nebo z obchodního centra. V dopravní špičce dochází k nárůstu čekací doby a zdržení vozidel při napojení na hlavní pozemní komunikaci. Také je potřeba počítat s častějším výskytem nákladních souprav, než tomu bylo v minulosti, které zásobují toto obchodní centrum a zatěžují přilehlou křižovatku. Dále jsou v těsné blízkosti křižovatky postaveny obchodní řetězce okay a Mountfield, jež taktéž zatěžují dopravu v tomto místě. Významným faktorem ovlivňující intenzitu dopravy je samozřejmě i svinovské vlakové nádraží, které se nachází nedaleko řešené křižovatky a přes kterou míří doprava vedená ze směru centra Ostravy.



Obrázek č. 2.2 – Základní silniční síť [3]

Křižovatka je průsečná, úrovňová s vyznačením přednosti v jízdě svislým dopravním značením. Protínají se zde ve směru od Svinova do Poruby MK III/4785 ul. Bílovecká, ve směru od Ostrava - centrum do Svinova MK II/479 ul. Opavská, ve směru od ulice

Bílovecké do Svinova nebo Poruby MO a ulice Hornbach, zajišťující obslužnost obchodního centra Hornbach. Křižovatka má lomenou přednost v jízdě, protože hlavní komunikace vede po MK III/4785 ve směru od Svinova do Poruby a po MK II/479 ve směru z Ostrava - centrum do Svinova. Úhel křížení MK III/4785 s ul. Hornbach je 86° a úhel křížení MK II/479 s ul. Bíloveckou je 57° . Podélné sklony MK jsou v místě řešené křižovatky zanedbatelné.



Obrázek č. 2.3 – Poloha křižovatky [4]

Uspořádání jízdních pruhů na pozemních komunikacích je patrné z výkresu č. 1, stávající stav křižovatky ve výkresové dokumentaci, spolu s jednotlivými pohledy do křižovatky.

Z hlediska dopravy a vztahu ke struktuře osídlení můžeme MK stýkající se v křižovatce rozdělit do těchto funkčních skupin podle ČSN 73 6110 [5]: ulice Bílovecká ve směru od Svinova je komunikací sběrnou, s funkcí dopravně-obslužnou s označení. Zjištěná šířka hlavního dopravního prostoru je 15,00 m. Co se týče ulice Bílovecké ve směru do Svinova, jedná se o komunikaci sběrnou, s funkcí dopravně – obslužnou. Zjištěná šířka hlavního dopravního prostoru je 12,50 m. Ulice Opavská je také komunikací sběrnou, s funkcí dopravně

– obslužnou. Zjištěná šířka hlavního dopravního prostoru je 12,50 m. Ulice Hornbach má zjištěnou šířku hlavního dopravního prostoru 10,00 m.

2.2 Širší dopravní vztahy

Pěší doprava na křižovatce není příliš významná, protože většina lidí se dopravuje do obchodního centra Hornbach vlastními dopravními prostředky a v blízkosti se nevyskytují žádné stavby občanské vybavenosti nebo bytové či rodinné domy.

Řešenou křižovatkou projíždějí autobusy MHD a autobusy dálkové dopravy. Nejčastějším spojem MHD projíždějící křižovatkou je autobus č. 46, který směřuje z Polanky nad Odrou do Krásného Pole přes Ostravu – Porubu. Jedná se o autobusy značky Karosa nebo novější nízkopodlažní autobusy Solaris či Irisbus. Linka v ranní a odpolední dopravní špičce projíždí křižovatkou 4 krát za hodinu, v ostatních časech v průměru 2 krát do hodiny. Dalšími autobusy MHD projíždějící křižovatkou, jsou spoje č. 37 a č. 53 jedoucí z centra Ostravy do městské části Poruba. Čtyři dálkové autobusy směřující přes Svinov a Ostravu – Porubu směrem na Opavu jezdí v dopravní špičce 1 krát za hodinu a v ostatních časech průměrně 1 krát za dvě hodiny. Ve vzdálenosti 50 m od hranice křižovatky na ulici Bílovecká ze směru od Svinova je vybudována v zálivu autobusová zastávka, která však nikdy nebyla zprovozněna. Do budoucna se ovšem počítá s jejím uvedením do provozu.

V blízkosti křižovatky se nachází tramvajová trať, která je vedena na svinovských mostech souběžně s pozemní komunikací po ulici Opavské. Na svinovských mostech se rovněž nachází tramvajová zastávka. Přijíždí zde linky MHD č. 3, 4, 7, 8, 9 a 17 spojující městské obvody Ostravy a to Zábřeh, centrum, Porubu a Přívoz.

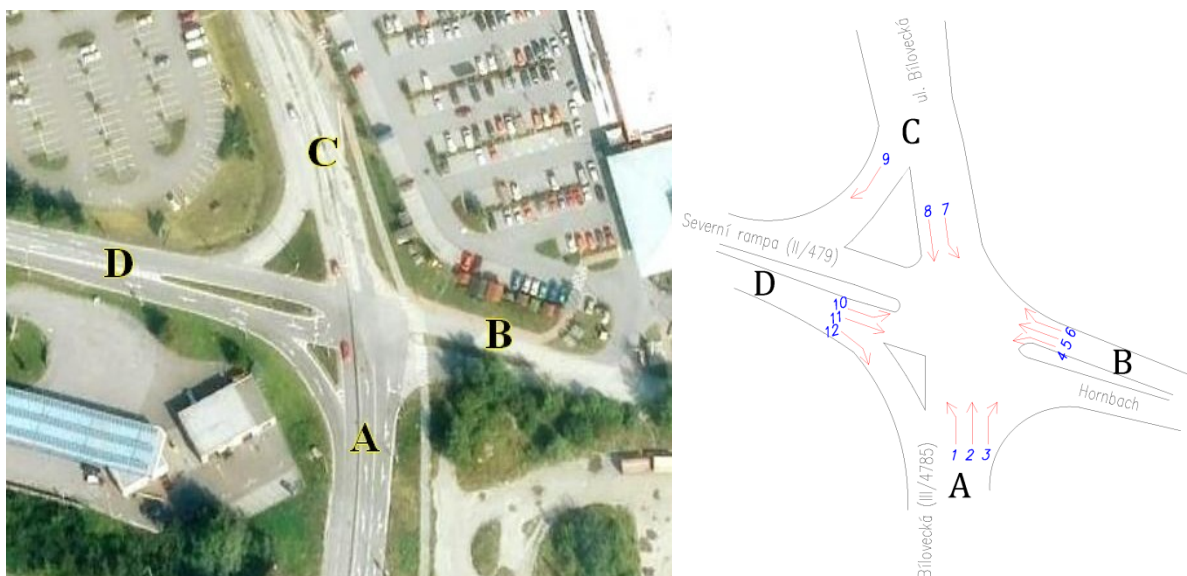
Cyklistická doprava v řešeném místě je téměř nulová. Cyklostezka spojující Ostravu – Porubu a Svinov je vedena na jižní rampě svinovských mostů, která je vzdálena 300 m jižně od řešené křižovatky. Cyklostezka je v mapovém podkladu označena jako M (viz příloha P-1).

Železniční doprava je přibližně vzdálena 450 m, kde se také nachází vlaková stanice Ostrava - Svinov. Je to jedna z nejvytíženějších stanic v Moravskoslezském kraji.

2.3 Dopravní průzkum

Pro výpočet intenzity na řešené křižovatce vycházím z vlastního dopravního výzkumu. Dopravní průzkum jsem uskutečnil v úterý 26. 10. 2010. Obloha byla zatažená, před deštěm, či sněhem, lehce větrno s teplotou vzduchu okolo 2 °C. V době sčítání se nestalo nic mimořádného. V okolí neprobíhaly žádné stavební práce, či jiná činnost, která by nějak ovlivňovala silniční dopravu v místě měření. Dopravní průzkum jsem provedl, abych zjistil počet vozidel, která vjíždí a vyjíždí z křižovatky na jednotlivých ramenech a určil tak kapacitu křižovatky a porovnal ji s doporučenou hodnotou pro neřízené úrovňové křižovatky za období 24 hodin. Při sčítání jsem využil přímé metody sčítání intenzit vozidel, manuální čárkovací, v intervalech po 15 minutách. Výzkum jsem prováděl 90 minut v době 14³⁰ – 16⁰⁰. Při samotném sčítání jsem pořídil za pomoci kolegyně i videozáznam, který jsem využil k videoanalýze konfliktních situací v křižovatce, které se věnuji v kapitole 2.4 [6].

Pro snadnější orientaci jsem si před samotným dopravním průzkumem označil jednotlivá ramena křižovatky písmeny a jednotlivé dopravní proudy čísly, jak je patrné z obrázku č. 2.4 a připravil jsem si sčítací archy, na které jsem dělal záznam. Polohu stanoviště jsem zvolil výhodně, a to tak, že jsem využil svinovských mostů, odkud jsem měl potřebný výhled na křižovatku k zapisování a pořízení videozáznamu.



Obrázek č. 2.4 – Označení ramen křižovatky a dopravních proudů [4]

2.3.1 Vyhodnocení dopravního průzkumu

Po skončení dopravního průzkumu, jsem provedl součet 15-ti minutových intervalů ze sčítacích archů na celou 1 hodinu a určil jsem špičkovou hodinu v době měření, tab. č. 1. Špičkovou hodinou rozumíme největší intenzitu dopravy za 1 hodinu. Pro výpočet využití maximální kapacity křižovatky jsem použil přepočtové koeficienty na jednotková vozidla (srovnávací početní jednotka), vyjadřující vliv různých druhů vozidel v dopravním proudu. Je reprezentováno průměrným osobním automobilem, na jehož jízdní vlastnosti a rozměry se ostatní vozidla přepočítávají součiniteli [7]. Vozidla jsem rozdělil podle druhů, viz tabulka č. 2, a provedl jsem příslušný přepočet, viz tabulka č. 3. Následně jsem zjistil 24hodinové kapacity vjezdů jednotlivých ramen křižovatky a jejich součtem určil celkovou kapacitu za 24 hodin. To je intenzita dopravy v období $0^{00} - 24^{00}$. V tabulce č. 4 jsem dále uvedl podrobněji počty jednotkových vozidel ve špičkové hodině na jednotlivé směry, v období mezi $15^{00} - 16^{00}$.

Tabulka č. 1 – Určení špičkové hodiny ze sčítaného období

sčítání v čase $14^{30} - 15^{30}$

druh vozidla	rameno A		rameno B		rameno C		rameno D	
osobní	49+73+71+84	277	6+4+3+3	16	96+72+64+96	328	79+84+96+86	345
BUS+nákladní	9+14+8+11	42	0+0+1+0	1	11+4+5+7	27	10+11+11+13	45
motocykly	0+1+0+0	1	0+0+0+0	0	0+0+0+0	0	0+0+0+1	1
cyklisté	0+0+0+0	0	0+0+1+0	1	1+0+0+0	1	1+1+0+0	2
suma		320		18		356		393

součet všech vozidel při projetí křižovatkou **1087** voz/h

sčítání v čase $14^{45} - 15^{45}$

druh vozidla	rameno A		rameno B		rameno C		rameno D	
osobní	73+71+84+68	296	4+3+3+6	16	72+64+96+73	305	84+96+86+82	348
BUS+nákladní	14+8+11+4	37	1+1+2+1	5	4+5+7+6	22	11+11+13+10	45
motocykly	1+0+0+0	1	0+0+0+0	0	0+0+0+0	0	0+0+1+0	1
cyklisté	0+0+0+1	1	0+1+0+0	1	0+0+0+0	0	1+0+0+0	1
suma		335		22		327		395

součet všech vozidel při projetí křižovatkou **1079** voz/h

sčítání v čase 15⁰⁰ - 16⁰⁰

druh vozidla	rameno A		rameno B		rameno C		rameno D	
osobní	71+84+68+97	320	3+3+6+8	20	64+96+73+87	320	96+86+82+93	357
BUS+nákladní	8+11+4+5	28	1+2+1+2	6	5+7+6+5	23	11+13+10+6	40
motocykly	0+0+0+0	0	0+0+0+0	0	0+0+0+0	0	0+1+0+0	1
cyklisté	0+0+1+0	1	1+0+0+0	1	0+0+0+0	0	0+0+0+1	1
suma		349		27		343		399

součet všech vozidel při projetí křižovatkou

1118

voz/h

Špičková hodina ze sčítaného období je v čase 15⁰⁰ - 16⁰⁰

Tabulka č. 2 – Přepočtové koeficienty podle druhů vozidel (Pozn. do kategorie BUS+nákladní jsem zařadil všechny druhy autobusů a nákladních vozidel) [8]

kolo	motocykl	osobní	BUS+nákladní	Nákladní soupravy
0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

Tabulka č. 3 – Přepočet na jednotková vozidla v čase 15⁰⁰ – 16⁰⁰ a intenzitu I₂₄

druh vozidla	rameno A		rameno B		rameno C		rameno D	
osobní	320 · 1,0	320,0	20 · 1,0	20,0	320 · 1,0	320,0	357 · 1,0	357,0
BUS+nákladní	28 · 5	42,0	6 · 1,5	9,0	23 · 1,5	34,5	38 · 1,5	60,0
motocykly	0 · 0,8	0,0	0 · 0,8	0,0	0 · 0,8	0,0	1 · 0,8	0,8
cyklisté	1 · 0,5	0,5	1 · 0,5	0,5	0 · 0,5	0,0	1 · 0,5	0,5
suma		362,5		29,5		354,5		418,3

rameno I	I ₂₄ =	4 776	j.v./den
rameno II	I ₂₄ =	389	j.v./den
rameno II	I ₂₄ =	4 671	j.v./den
rameno IV	I ₂₄ =	5 511	j.v./den

max. využití křižovatký		
I ₂₄ =	15 347	j.v./den

Tabulka č. 4 – Špičková hodina v době od 15⁰⁰-16⁰⁰ [j.v./h]

rameno A	vlevo	přímo	vpravo
osobní v.	180	38	102
BUS+nákladní	27	9	6
motocykly	0	0	0
cyklisté	0,5	0	0

SUMA 207,5 47 108

362,5 j.v./h

rameno B	vlevo	přímo	vpravo
osobní v.	13	7	0
BUS+nákladní	7,5	1,5	0
motocykly	0	0	0
cyklisté	0	0,5	0

SUMA 20,5 9 0

29,5 j.v./h

rameno C	vlevo	přímě	vpravo
osobní v.	1	185	134
BUS+nákladní	0	22,5	12
motocykly	0	0	0
cyklisté	0	0	0

SUMA 1 207,5 146

354,5 j.v./h

rameno D	vlevo	přímě	vpravo
osobní v.	52	75	230
BUS+nákladní	10,5	4,5	45
motocykly	0	0	0,8
cyklisté	0	0	0,5

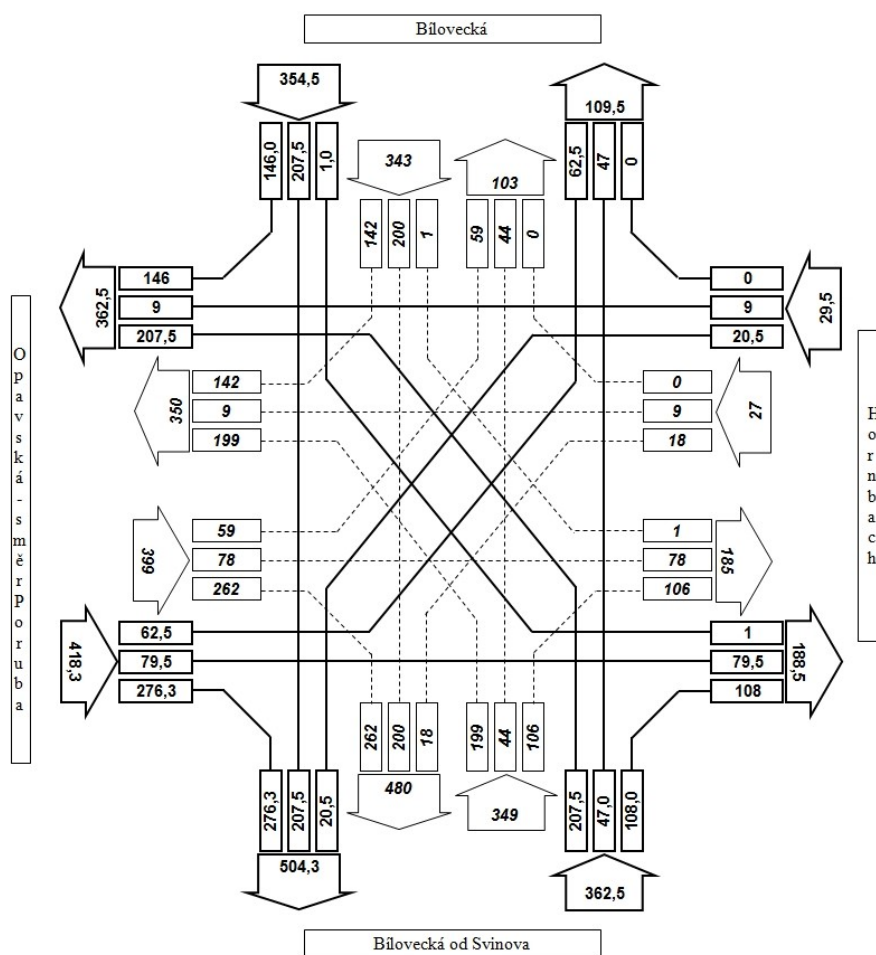
SUMA 62,5 79,5 276,3

418,3 j.v./h

Špičková hodina		
I _{sh} =	1 165	j.v./h

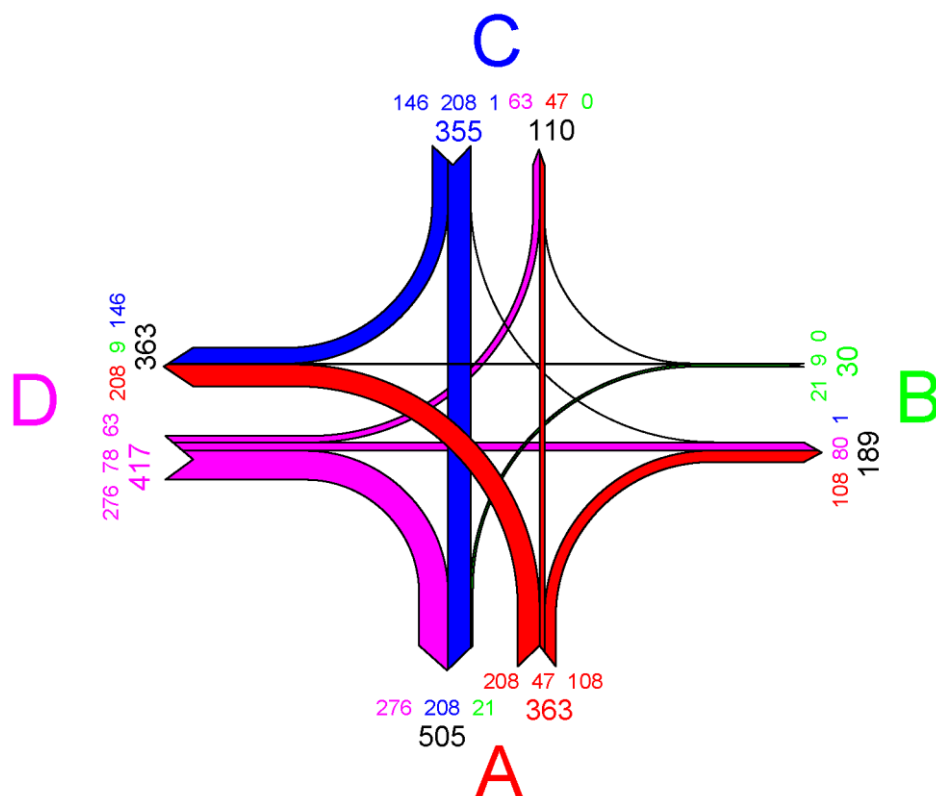
NÁZEV X NÁZEV: Bílovecká x Severní rampa (Svinov) u Hornbachu
ŠPIČKOVÁ HODINA: 15:00 – 16:00

DATUM : 26.10.2010
DEN : úterý



DATUM VYHODNOCENÍ : 3.3.2011

Obrázek č. 2.5 – Grafikon špičkové hodiny mezi 15⁰⁰ - 16⁰⁰ (Pozn. vnitřní hodnoty jsou absolutní a vnější hodnoty jsou přepočtové)



Obrázek č. 2.6 – Pentlogram špičkové hodiny mezi 15⁰⁰ - 16⁰⁰, zaokrouhlené jednotkové vozidla

Jak je vidět z pentlogramu na obrázku č. 2.6, nejvíce zatížené směry komunikace jsou na hlavních MK (II/479, III/4785) a to z ramene D do A, kde vjezd vozidel do křižovatky činí 417 j.v./h, resp. 505 j.v./h vyjíždí ve špičkové hodině a z ramene A do D vjíždí do křižovatky 363 j.v./h a vyjíždí 189 j.v./h. Dále lze z pentlogramu vyčíst, že z ramene D míří cca 34% vozidel do jednoho z obchodních center a z ramene A je to cca 43% vozidel.

2.3.2 Výpočet špičkové hodiny

Výpočet špičkové hodiny jsem provedl podle TP 189 [9]. Vycházím z tabulky č. 5, kde jsou vepsány všechny celkové počty vozidel vjíždějících do křižovatky, v době dopravního průzkumu 14³⁰ – 16⁰⁰.

Tabulka č. 5 – Celkový počet vozidel vjíždějících do řešené křižovatky v čase $14^{30} - 16^{00}$
(automobily nákladní, autobusy a nákladní soupravy byly zařazeny do skupiny B+N)

Z	Do	O	B+N	M	C	Celkem
A	B	158	10	0	0	168
	C	65	6	0	0	71
	D	239	33	1	1	274
Součet vozidel		462	49	1	1	513
Z	Do	O	B+N	M	C	Celkem
B	C	1	0	0	0	1
	D	9	1	0	1	11
	A	20	6	0	0	26
Součet vozidel		30	7	0	1	38
Z	Do	O	B+N	M	C	Celkem
C	D	186	10	0	0	196
	A	301	28	0	1	330
	B	1	0	0	0	1
Součet vozidel		488	38	0	1	527
Z	Do	O	B+N	M	C	Celkem
D	A	335	42	1	2	380
	B	108	10	0	0	118
	C	77	8	0	1	86
Součet vozidel		520	60	1	3	584

Níže je uveden vzorový výpočet intenzity dopravy jednoho ramene, konkrétně z ramene A do ramen B, C a D dle TP 189 [9]. Ostatní ramena se vypočtou obdobně.

- **Přepočet na denní intenzitu běžného pracovního dne**

Z celkového počtu vjíždějících vozidel z ramen do křižovatky, udělám přepočet na denní intenzitu běžného pracovního dne.

Z ramene A do ramene B

Dle podmínek TP 189 [9] určím koeficienty denních variací v závislosti na skladbě provozu v prováděné době průzkumu mezi $14^{30} - 16^{00}$, viz tabulka č. 5. Koeficienty jsou shodné pro všechna ramena křižovatky, jedná se o charakter provozu M – MK.

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^d} \quad [-] \quad /1/$$

$$\text{Osobní vozidla O} \dots k_{m,d} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^d} = \frac{100}{7,74+7,81} = 6,43$$

$$\text{Autobusy a nákladní vozidla B+N} \dots k_{m,d} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^d} = \frac{100}{6,89+6,67} = 7,38$$

$$\text{Motocykly M} \dots k_{m,d} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^d} = \frac{100}{7,74+7,81} = 6,43$$

$$\text{Vozidla celkem} \dots k_{m,d} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^d} = \frac{100}{7,67+7,39} = 6,64$$

Přepočet na denní intenzitu dopravy běžného pracovního dne z ramene A do ramene B, podle vzorce /2/.

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad [\text{voz/den}] \quad /2/$$

$$I_{d,O,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 158 \cdot 6,43 = 1\,016 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,B+N,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 10 \cdot 7,38 = 74 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,M,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 6,43 = 0 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 168 \cdot 6,64 = 1\,116 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene C

$$I_{d,O,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 65 \cdot 6,43 = 418 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,B+N,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 6 \cdot 7,38 = 44 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,M,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 6,43 = 0 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 71 \cdot 6,64 = 471 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene D

$$I_{d,O,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 239 \cdot 6,43 = 1\,537 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,B+N,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 33 \cdot 7,38 = 244 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,M,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 1 \cdot 6,43 = 6 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 274 \cdot 6,64 = 1\,819 \text{ voz/den}$$

• Přepoččet na týdenní průměr denních intenzit

Z výpočtu denních intenzit běžného pracovního dne, můžu dále vypočítat týdenní průměr denních intenzit. Charakter provozu uvažuji M – MK a den úterý.

Z ramene A do ramene B

Nejprve musím určit $k_{d,t}$ – přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy.

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} \quad [-] \quad /3/$$

$$\text{Osobní vozidla O} \dots k_{d,t} = \frac{100}{112,6} = 0,888$$

$$\text{Autobusy a nákladní vozidla B+N} \dots k_{d,t} = \frac{100}{134,8} = 0,742$$

$$\text{Motocykly M} \dots k_{d,t} = \frac{100}{112,6} = 0,888$$

$$\text{Vozidla celkem} \dots k_{d,t} = \frac{100}{110,5} = 0,905$$

Přepoččet na týdenní průměr denních intenzit dopravy z ramene A do ramene B, podle vzorce /4/.

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} \quad [\text{voz/den}] \quad /4/$$

$$I_{t,O,B} = I_{d,O,B} \cdot k_{d,t} = 1\,016 \cdot 0,888 = 902 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,B+N,B} = I_{d,B+N,B} \cdot k_{d,t} = 74 \cdot 0,742 = 55 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,M,B} = I_{d,M,B} \cdot k_{d,t} = 0 \cdot 0,888 = 0 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,B} = I_{d,B} \cdot k_{d,t} = 1\,116 \cdot 0,905 = 1\,010 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene C

$$I_{t,O,C} = I_{d,O,C} \cdot k_{d,t} = 418 \cdot 0,888 = 371 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,B+N,C} = I_{d,B+N,C} \cdot k_{d,t} = 44 \cdot 0,742 = 33 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,M,C} = I_{d,M,C} \cdot k_{d,t} = 0 \cdot 0,888 = 0 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,C} = I_{d,C} \cdot k_{d,t} = 471 \cdot 0,905 = 426 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene D

$$I_{t,O,D} = I_{d,O,D} \cdot k_{d,t} = 1\,537 \cdot 0,888 = 1\,365 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,B+N,D} = I_{d,B+N,D} \cdot k_{d,t} = 244 \cdot 0,742 = 181 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,M,D} = I_{d,M,D} \cdot k_{d,t} = 6 \cdot 0,888 = 5 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,D} = I_{d,D} \cdot k_{d,t} = 1\,819 \cdot 0,905 = 1\,646 \text{ voz/den}$$

• Přepočítání na roční průměr denních intenzit

Z výpočtů týdenních průměrných denních intenzit, dále spočteme roční průměr denních intenzit. Charakter provozu M – MK. Měsíc průzkumu uvažuji říjen.

Z ramene A do ramene B

Nejprve musím určit $k_{t,RPDI}$ – přepočítový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy.

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_j^r} \quad [-] \quad /5/$$

$$\text{Osobní vozidla O} \dots k_{t,RPDI} = \frac{100}{101,9} = 0,981$$

$$\text{Autobusy a nákladní vozidla B+N} \dots k_{t,RPDI} = \frac{100}{101,9} = 0,981$$

$$\text{Motocykly M} \dots k_{t,RPDI} = \frac{100}{101,9} = 0,981$$

$$\text{Vozidla celkem} \dots k_{t,RPDI} = \frac{100}{101,8} = 0,982$$

Přepočet na roční průměr denních intenzit dopravy z ramene A do ramene B, podle vzorce /6/.

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI} \quad [\text{voz/den}] \quad /6/$$

$$RPDI_{O,B} = I_{t,O,B} \cdot k_{t,RPDI} = 902 \cdot 0,981 = 885 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{B+N,B} = I_{t,B+N,B} \cdot k_{t,RPDI} = 55 \cdot 0,981 = 54 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{M,B} = I_{t,M,B} \cdot k_{t,RPDI} = 0 \cdot 0,981 = 0 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_B = I_{t,B} \cdot k_{t,RPDI} = 1\,010 \cdot 0,982 = 992 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene C

$$RPDI_{O,C} = I_{t,O,C} \cdot k_{t,RPDI} = 371 \cdot 0,981 = 364 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{B+N,C} = I_{t,B+N,C} \cdot k_{t,RPDI} = 33 \cdot 0,981 = 32 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{M,C} = I_{t,M,C} \cdot k_{t,RPDI} = 0 \cdot 0,981 = 0 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_C = I_{t,C} \cdot k_{t,RPDI} = 426 \cdot 0,982 = 418 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene D

$$RPDI_{O,D} = I_{t,O,D} \cdot k_{t,RPDI} = 1\,365 \cdot 0,981 = 1\,339 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{B+N,D} = I_{t,B+N,D} \cdot k_{t,RPDI} = 181 \cdot 0,981 = 178 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{M,D} = I_{t,M,D} \cdot k_{t,RPDI} = 5 \cdot 0,981 = 5 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_D = I_{t,D} \cdot k_{t,RPDI} = 1\,646 \cdot 0,982 = 1\,616 \text{ voz/den}$$

- **Celkový roční průměr denních intenzit na rameni A, pro všechny druhy vozidel**

Podle vzorce /7/ sečtu všechny roční průměry denních intenzit na rameni A, analogicky takto postupuji u zbylých ramen. Výsledné hodnoty ramen A, B, C a D jsou uvedeny v tabulce č. 6.

$$RPDI = \sum RPDI \text{ [voz/den]} \quad /7/$$

$$RPDI_A = RPDI_B + RPDI_C + RPDI_D = 992 + 418 + 1\,616 = 3\,026 \text{ voz/den}$$

Tabulka č. 6 – Roční průměr denních intenzit

Z	Do	Celkem RPDI [voz/den]
A	B	992
	C	418
	D	1 616
Součet		3 026
Z	Do	Celkem RPDI [voz/den]
B	C	6
	D	65
	A	153
Součet		224
Z	Do	Celkem RPDI [voz/den]
C	D	1 157
	A	1 947
	B	6
Součet		3 110
Z	Do	Celkem RPDI [voz/den]
D	A	2 242
	B	696
	C	507
Součet		3 446

- **Stanovení intenzity dopravy ve špičkové hodině**

Určení špičkové hodiny z hodnoty ročního průměru denních intenzit, pro charakter provozu M – MK. Postupuji podle vzorce /8/, za předpokladu, $k_{RPDI,sh}$ – koeficient špičkové hodinové intenzity dopravy je roven 0,082.

$$I_{sh} = RPDI \cdot k_{RPDI,sh} \text{ [voz/h]} \quad /8/$$

$$I_{sh,A} = RPD I_A \cdot k_{RPDI,sh} = 3\,026 \cdot 0,082 = 248 \text{ voz/h}$$

$$I_{sh,B} = RPD I_B \cdot k_{RPDI,sh} = 224 \cdot 0,082 = 18 \text{ voz/h}$$

$$I_{sh,C} = RPD I_C \cdot k_{RPDI,sh} = 3\,110 \cdot 0,082 = 255 \text{ voz/h}$$

$$I_{sh,D} = RPD I_D \cdot k_{RPDI,sh} = 3\,446 \cdot 0,082 = 283 \text{ voz/h}$$

Výsledná špičková hodina se určí součtem špičkových hodin na jednotlivých ramenech křižovatky, podle vzorce /9/.

$$I_{sh,A,B,C,D} = \sum I_{sh} \text{ [voz/h]} \quad /9/$$

$$I_{sh,A,B,C,D} = I_{sh,A} + I_{sh,B} + I_{sh,C} + I_{sh,D} = 248 + 18 + 255 + 283 = 804 \text{ voz/h}$$

Když porovnáme špičkovou hodinu $I_{sh} = 1\,118 \text{ voz/h}$ určenou při samotném dopravním průzkumu v době $14^{30} - 16^{00}$, se špičkovou hodinou $I_{sh} = 804 \text{ voz/h}$ vypočtenou podle TP 189 [9], tak zjistíme, že se od sebe poměrně výrazně liší, a proto vezmeme v úvahu méně příznivou hodnotu, kterou je špičková hodina zjištěná dopravním průzkumem v době $15^{00} - 16^{00}$.

2.4 Studie dopravní nehodovosti

2.4.1 Nehodovost na území Ostravy v Moravskoslezském kraji

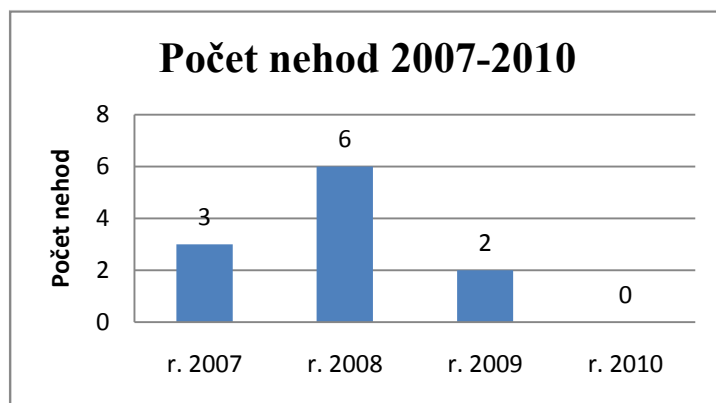
Na území Ostravy v Moravskoslezském kraji se stalo od 1. 1. 2007 – 31. 12. 2010 celkem 16 299 dopravních nehod [8]. Když celkový počet nehod přepočteme na jednotlivé dny, tak zjistíme, že se každý den stalo téměř 12 nehod denně. Počty nehod se snažíme každý rok snižovat a jednou z prevencí jak zbezpečnit provoz na pozemních komunikacích je navrhovat přehledné a bezpečné křižovatky, které co nejvíce eliminují rizika střetů a snižují počet kolizních bodů, ale zároveň umožňují potřebnou plynulost dopravy.

2.4.2 Nehodovost křižovatky na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě – Svinově

Na průsečné křižovatce na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě - Svinově se stalo v letech 2007 – 2010 celkem 11 nehod [8]. Žádná z těchto nehod si nevyžádala lidský život, či újmu na zdraví. Srážka vždy proběhla mezi dvěma osobními vozidly, ale v jednom případě řidič od místa nehody ujel a nebylo možné prokázat druh vozidla. Při nehodách došlo ke srážce z boku, zezadu, čelní a v jednom případě se jednalo o srážku se zaparkovaným vozidlem. Při nehodách nikdy nebyl prokázán vliv alkoholu.

Tabulka č. 7 blíže specifikuje jednotlivé nehody v křižovatce. Ve výkresové dokumentaci je přiložen výkres č. 1b – kolizní diagram.

Počet dopravních nehod v jednotlivých letech je zobrazen na přiloženém grafu č. 1. Po změně novely zákona č. 274/2008, Sb., který vešel v platnost 1. 1. 2009, se zvýšil limit pro povinné ohlašování dopravních nehod bez zranění z 50 000 Kč na současných 100 000 Kč, klesl počet nehod až na nulu v roce 2010.

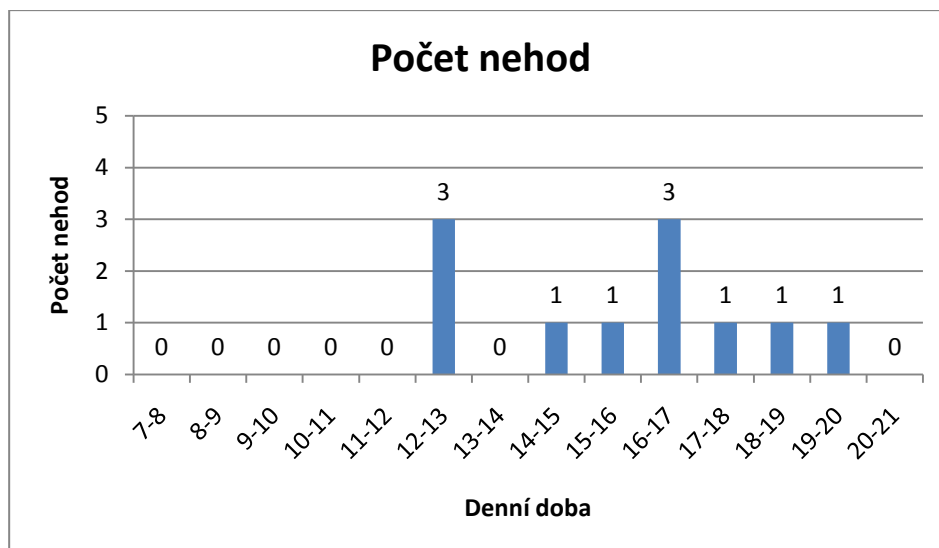


Graf č. 1 – Statistika počtu nehod v jednotlivých letech

Tabulka č. 7 – Statistika nehod v místě křižovatky od 1. 1. 2007 – 31. 12. 2010 [8]

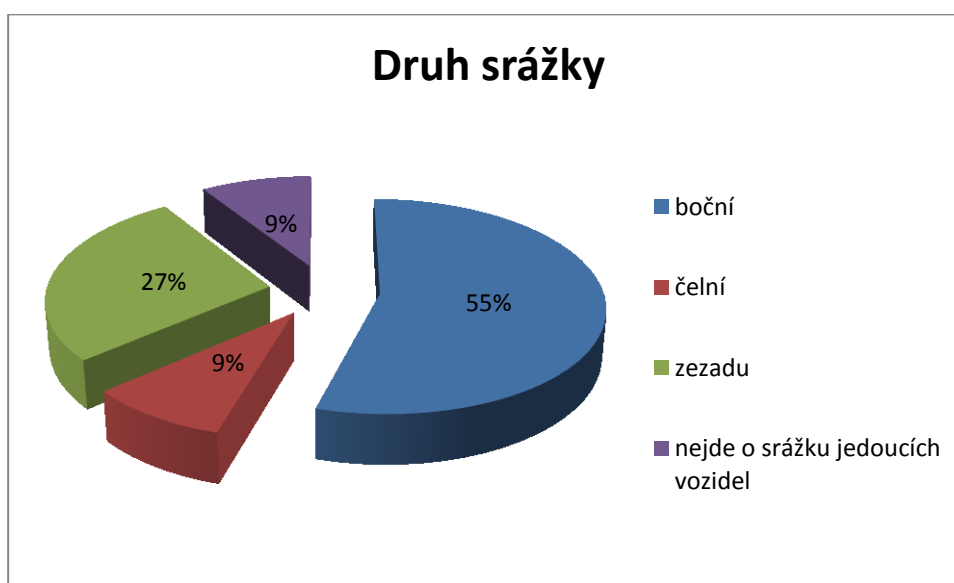
Statistika nehod v místě křižovatky							
nehoda	datum	den	čas	druh srážky	hlavní příčina	stav povrchu	druh vozidla
1	10.10.2009	pátek	16:35	boční	při odbočování vlevo	povrch suchý, neznečištěný	osobní
2	14.4.2007	sobota	12:40	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	povrch suchý, neznečištěný	osobní
3	12.1.2007	pátek	15:45	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ	povrch suchý, neznečištěný	osobní
4	29.4.2008	úterý	12:25	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ	povrch suchý, neznečištěný	osobní
5	19.4.2008	sobota	12:40	čelní	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ	povrch suchý, neznečištěný	osobní
6	29.7.2009	středa	18:55	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ	povrch suchý, neznečištěný	osobní
7	13.11.2008	čtvrtek	16:33	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ	moký	osobní
8	19.11.2007	pondělí	19:00	boční	nesprávné otáčení nebo couvání	moký	osobní
9	22.8.2008	pátek	16:15	zezadu	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	povrch suchý, neznečištěný	osobní
10	25.6.2008	středa	17:15	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	povrch suchý, neznečištěný	osobní
11	26.9.2008	pátek	14:30	nejde o srážku jedoucích vozidel	srážka s vozidlem zaparkovaným, odstaveným	povrch suchý, neznečištěný	nezjištěno, řidič ujel

Graf č. 2 znázorňuje, v kterou denní dobu se dopravní nehody nejčastěji staly. Jak je patrné, tak nejvíce nehod se stalo v časech mezi 12⁰⁰ – 13⁰⁰ a v době odpolední špičky u obchodních center od 16⁰⁰ – 17⁰⁰.



Graf č. 2 – Statistika počtu nehod v průběhu dne

Na grafu č. 3 jsou znázorněny druhy srážek vozidel. Mezi nejčastější druh srážky v řešené křižovatce patří boční náraz.



Graf č. 3 – Druh srážky vozidel, v období 2007 - 2010

Z analýzy současného stavu křižovatky vyplývá, že polovina nehod plyne z nedodržení přednosti v jízdě z vedlejší komunikace (rameno C). Další častý prohřešek následuje nedodržení bezpečné vzdálenosti za jedoucím vozidlem.

2.5 Konfliktní situace s využitím Folprechtovy videoanalýzy

2.5.1 Základní popis a princip Folprechtovy videoanalýzy

Konfliktní situace je takový okamžik a situace v silničním provozu, kdy vzniká nebo může vzniknout pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každé dopravní nehodě předchází konfliktní situace, přičemž dopravní nehoda je vlastně důsledek takové konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla s okolím odvrátit. Konfliktní situace jsou tedy potenciální nehodové situace. Konfliktní situace vysledované z minimálně hodinového videozáznamu, jsou popsány trojmístným klasifikačním symbolem, jenž je složen z číslice (udává účastníky konfliktní situace), písmene (resp. písmen – udává způsob vzniku konfliktní situace) a opět číslice (udává závažnost konfliktní situace) [6]

První znak určující účastníky konfliktní situace je vyjmenován v tabulce č. 8. Třetí klasifikační znak je uveden v tabulce č. 9, který popisuje míru závažnosti konfliktu. Druhý klasifikační znak je uveden v tabulce č. 10, kde jde o rozdělení konfliktních situací podle jejich vzniku. Můžou být složeny i s více symbolů a případně doplněny o další, které lépe vystihují danou situaci. Vycházím ze symbolů, které jsou dané v publikaci [6].

Tabulka č. 8 – Účastníci konfliktní situace [6]

Klasifikace podle účastníků	
chodec	1
automobil	2
tramvaj	3
chodec x automobil	4
chodec x tramvaj	5
automobil x automobil	6
automobil x tramvaj	7
tramvaj x tramvaj	8
jiné	9

Tabulka č. 9 – Míra závažnosti konfliktní situace [6]

Klasifikace podle závažnosti	
konfliktní situace bez reakce 1
konfliktní reakce bez násilné reakce 2
konfliktní situace s ostrou reakcí 3
dopravní nehoda 4

Tabulka č. 10 – Způsob vzniku konfliktní situace [6] (pozměněno)

Klasifikace podle způsobu konfliktu	
možnost střetu s příčně jedoucím	... A ...
možnost střetu s proti jedoucím	... B ...
možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
možnost střetu najetím ze zadu	... D ...
možnost střetu se souběžně jedoucím	... E ...
možnost střetu vlivem otáčení	... O ...
omezení v jízdě	... o ...
zavinil chodec	... ch ...
nedání přednosti v jízdě	... v ...
agresivita	... a ...
pasivita	... p ...
vlivem fronty na křižovatce	... f ...
poskytnutí přednosti v jízdě (oproti své)	... g ...
couvání	... u ...
vyjetí a stání v křižovatce	... t ...
ostatní	... x ...

V tabulce č. 9 si pro bližší specifikaci určíme základní charakteristiku při posuzování závažnosti dopravních nehod. Závažnost označená symbolem 1, charakterizuje situaci, kdy dochází k porušení dopravních předpisů bez přítomnosti jiných účastníků dopravy. Tzn., že vzniká potenciální konfliktní situace, kdy za jiných okolností, kdy by účastník nebyl osamocený, by mohla vzniknout kolize. Závažnost označená symbolem 2, charakterizuje situaci, kdy účastník dopravy svou váhavostí, dynamickou až agresivní jízdou nebo chybným vyhodnocením situace ovlivní plynulost a bezpečnost dopravy a donutí ostatní k reakci. Závažnost označená symbolem 3, charakterizuje situaci, kdy dochází k prudkému vyhýbajícímu manévru či brzdění a účastníci se vyhnou střetu. Při závažnosti označené symbolem 4, dochází už k dopravní nehodě.

Veličinu vyjadřující míru nebezpečnosti provozu ve zkoumaném místě označujeme jako relativní konfliktnost k_R . Údaj slouží pro jednoduché a přehledné srovnání “skoronehod” na zkoumaných křižovatkách.

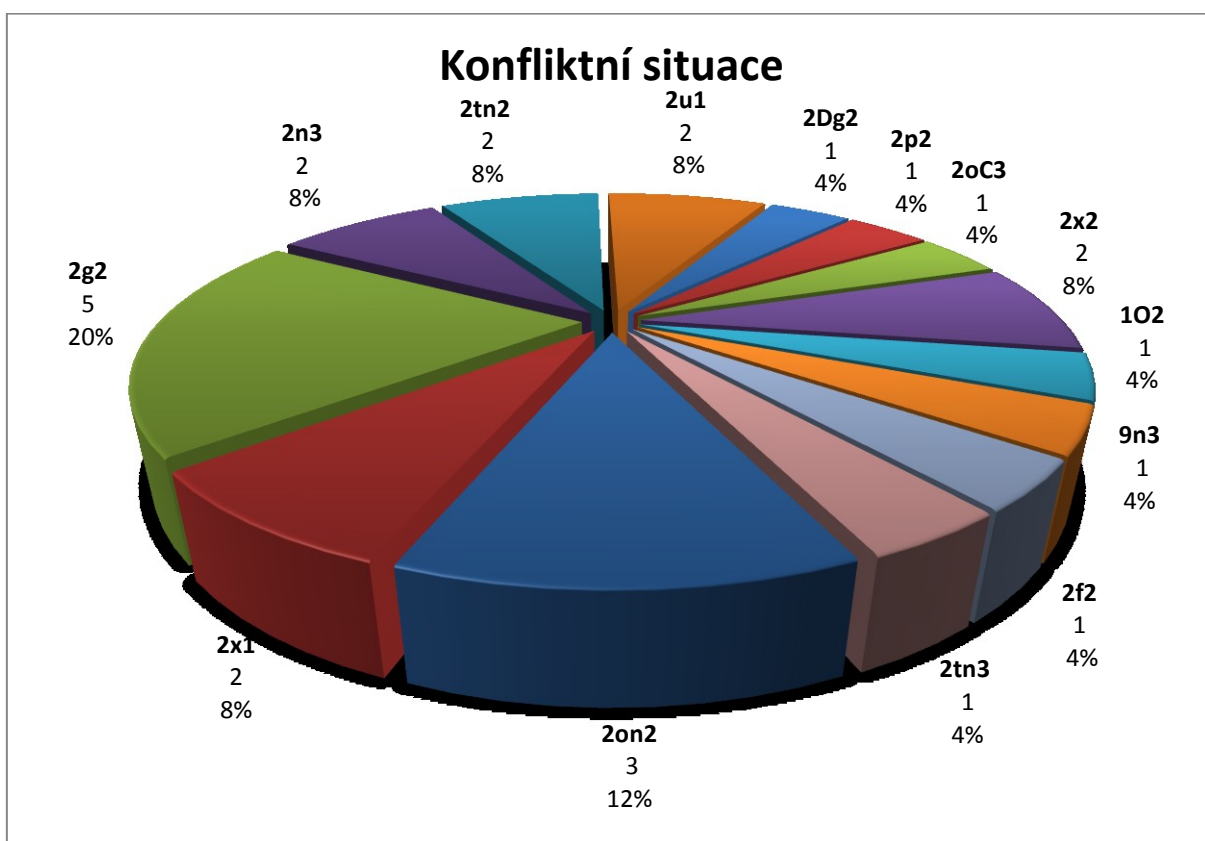
$$k_R = \frac{P_{KS}}{I} \cdot 100 \quad [\text{KS}/100\text{voz}] \quad /10/$$

kde: P_{KS} je počet KS za hodinu [KS/h] (jen konfliktní situace se závažností 2 - 4)

I hodinová intenzita dopravy [voz/h]

2.5.2 Využití Folprechtovy videoanalýzy na křižovatce na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě – Svinově

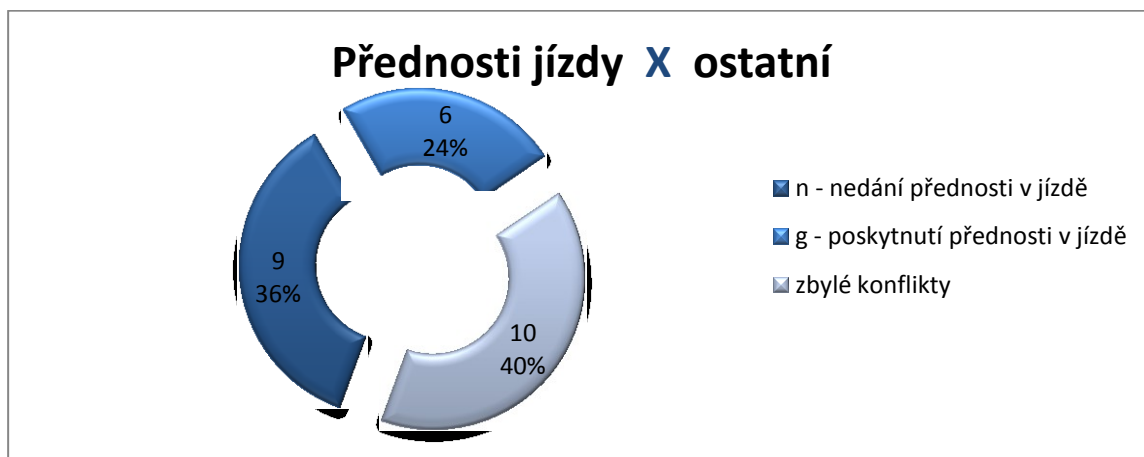
Záznam dění z křižovatky na kameru je pořízen ze svinovských mostů v délce trvání 1 hodiny. Natáčení proběhlo v době mezi 14³⁰ – 15³⁰ dne 16. 11. 2010 v úterý. Během hodinového záznamu bylo zjištěno celkem 25 konfliktních situací. Křižovatkou během hodiny projelo 1087 vozidel. Četnosti jednotlivých druhů konfliktních situací jsou zobrazeny na grafu č. 4. V příloze P-2 jsou přiloženy všechny konfliktní situace s popisem a s posloupností v čase. Pro dodání uvedu, že ramena křižovatky jsou rozdělena obdobně jako u dopravního průzkumu na ramena A, B, C a D, dle obrázku č. 2.4 a dále si ještě dovoluji uvést přednosti jízdy. Rameno A má absolutní přednost. Rameno B dává všem přednost. Rameno C dává přednost rameni A, následně i rameni D. Rameno D dává přednost pouze rameni A.



Graf č. 4 – Konfliktní situace – celkem za 1 hodinu

Na řešené křižovatce se ukazuje jako největší problém určení správné přednosti v jízdě. Proto v křižovatce nejčastěji dochází k těmto typům konfliktních situací. První situace 2g2 a 2Dg2, tj. poskytnutí přednosti v jízdě mezi dvěma vozidly s ukazatelem relativní konfliktnosti $k_R = 0,55$ KS/100voz na 6 KS/h. Druhé situace 2on2, 2n3, 2tn2, 9n3 a 2tn3,

tj. nedání přednosti v jízdě mezi dvěma vozidly s ukazatelem relativní konfliktnosti $k_R = 0,83$ KS/100voz na 9 KS/h. Zbylé konfliktní situace vykazují ukazatel relativní konfliktnosti $k_R = 0,92$ KS/100voz na 10 KS/h. Pro přehlednost je uvedena tabulka č. 11 spolu s grafem č. 5.



Graf č. 5 – Konfliktní situace – přednosti jízdy

Tabulka č. 11 – Konfliktní situace – přednosti jízdy s ukazatelem relativní četnosti k_R

Relativní konfliktnost podle způsobu konfliktu			
Konfliktní situace	P_{KS} KS/h	I voz/h	k_R KS/100voz
n - nedání přednosti v jízdě	9	1087	0,83
g - poskytnutí přednosti v jízdě	6		0,55
zbylé konflikty	10		0,92

Pro výpočet celkového ukazatele relativní četnosti byly vzaty konfliktní situace podle závažnosti 2, 3 a 4. Celkový ukazatel k_R tak činí 1,93 konfliktních situací při projetí 100 vozidel. Pro závažnost 1 je přehled konfliktních situací uveden v tabulce č. 12 a pro závažnosti 2, 3 a 4 tabulka č. 13.

Tabulka č. 12 – Konfliktní situace pro závažnost 1

Relativní konfliktnost k_R - 1			
Konfliktní situace	P_{KS} KS/h	I voz/h	k_R KS/100voz
2x1	2	1087	0,18
2u1	2		0,18
Celkem	4		0,37

Tabulka č. 13 – Konfliktní situace pro závažnost 2,3 a 4

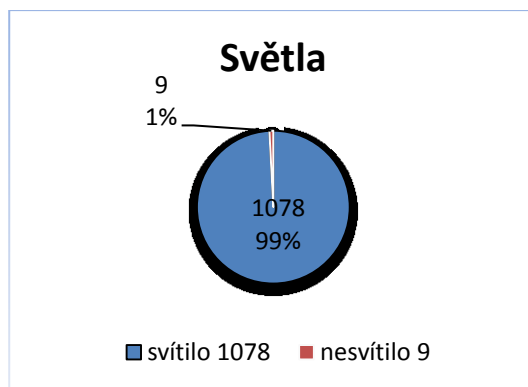
Relativní konfliktnost k_R - 2,3,4			
Konfliktní situace	P_{KS} KS/h	I voz/h	k_R KS/100voz
2g2	5	1087	0,46
2on2	3		0,28
2n3	2		0,18
2tn2	2		0,18
2x2	2		0,18
2p2	1		0,09
2oC3	1		0,09
2Dg2	1		0,09
1O2	1		0,09
9n3	1		0,09
2f2	1		0,09
2tn3	1		0,09
Celkem	21	1,93	

2.5.3 Vyhodnocení videoanalýzy použitím Folprechtovy metody

Z výsledků videoanalýzy můžeme usoudit, že nejvíce příčin vzniku dopravních nehod souvisí s předností v jízdě, a tudíž by se měla zdůraznit. Především vodorovné dopravní značení na rameni C, kde v současné chvíli žádné není. Dále by se měly použít na rameni A a C zvětšené svislé dopravní značení, pro zdůraznění předností. Další z možností je stavební přebudování křižovatky.

2.5.4 Další využití videozáznamu

Z hodinového videozáznamu mezi 14³⁰ – 15³⁰ jsem provedl statistiku počtu vozidel, která neměla rozsvícena přední světla a mohla být tak hůře viděna. Vysledováno bylo, že z počtu 1087 vozidel, každé cca 120 vozidlo nemělo rozsvíceno potkávací světla.



Graf č. 6 – Statistika počtu rozsvícených potkávacích světél za 1 hodinu

2.6 Výpočet kapacity úrovnňové neřízené křižovatky v letech 2010 a 2030

2.6.1 Prognóza intenzity dopravních proudů v roce 2030

Řešená křižovatka leží na místních komunikacích, a proto se výhledové intenzity dopravy navrhnu na špičkovou hodinu běžného pracovního dne v době od 15⁰⁰ – 16⁰⁰. Výhledových intenzit dopravy se využijí k budoucím návrhům křižovatky. Aby se mohla vypočíst základní kapacita křižovatky dle TP 188 [8], musí se zohlednit skladba dopravních proudů pomocí přepočtových koeficientů, viz tabulka č. 2. Přepočtené hodnoty dopravních proudů pro rok 2010 jsou uvedeny v tabulce č. 4. Pro výpočet výhledové intenzity špičkové hodiny v roce 2030 se použijí přepočtové koeficienty růstu dopravy, které poskytuje ŘSD. Rozdělení dopravních proudů je podle obrázku č. 2.4

- $k_{těžká,2030} = 1,03$
- $k_{osobní,2030} = 1,18$
- $k_{moto,2030} = 1,00$

Výpočet výhledové intenzity špičkové hodiny pro rok 2030 se provede podle vzorce /10/. Příklad vzorového výpočtu je uveden podle vzorce /11/. Výsledky výhledové intenzity pro rok 2030 jsou uvedeny v tabulce č. 14, společně s intenzitami v roce 2010.

$$I_{2030} = I_{2010} \cdot k_{2030} \quad [\text{voz/h}] \quad /11/$$

$$I_{těžká,2030,A \rightarrow B} = I_{těžká,2010,A} \cdot k_{těžká,2030} = 102 \cdot 1,18 = 120 \text{ voz/h}$$

Tabulka č. 14 – Výhledová intenzita špičkové hodiny pro rok 2030 (tučně) a intenzity špičkové hodiny v roce 2010, pro jednotlivá ramena křižovatky ve vozidlech za hodinu

Z	Do	O [voz/h]	N [voz/h]	M [voz/h]	Celkem [voz/h]
A	B	102 [120]	4 [4]	0 [0]	106 [124]
	C	38 [45]	6 [6]	0 [0]	44 [51]
	D	180 [212]	18 [19]	0 [0]	198 [231]
Součet vozidel		320 [377]	28 [29]	0 [0]	348 [406]
Z	Do	O	B+N	M	Celkem
B	C	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
	D	7 [8]	1 [1]	0 [0]	8 [9]
	A	13 [15]	5 [5]	0 [0]	18 [20]
Součet vozidel		20 [23]	6 [6]	0 [0]	26 [29]
Z	Do	O	B+N	M	Celkem
C	D	134 [158]	8 [8]	0 [0]	142 [166]
	A	185 [218]	15 [15]	0 [0]	200 [233]
	B	1 [1]	0 [0]	0 [0]	1 [1]
Součet vozidel		320 [377]	23 [23]	0 [0]	343 [400]
Z	Do	O	B+N	M	Celkem
D	A	230 [271]	30 [31]	1 [1]	261 [303]
	B	75 [89]	3 [3]	0 [0]	78 [92]
	C	52 [61]	7 [7]	0 [0]	59 [68]
Součet vozidel		357 [421]	40 [41]	1 [1]	398 [463]

2.6.2 Rozhodující intenzity nadřazených proudů

Tabulka č. 15 – Vyjádření intenzit jednotlivých proudů v letech 2010 a 2030 (tučně)

Dopravní proud	Intenzita dopravního proudu I_n [voz/h]	I_j [j.v./h]
1	198 [231]	207 [240]
2	44 [51]	47 [54]
3	106 [124]	108 [126]
4	18 [20]	20 [22]
5	8 [9]	8 [9]
6	0 [0]	0 [0]
7	1 [1]	1 [1]
8	200 [233]	207 [241]
9	142 [166]	146 [170]
10	59 [68]	62 [71]
11	78 [92]	79 [92]
12	261 [303]	275 [318]

Pro výpočet kapacity se musí určit stupeň nadřazenosti a podřazenosti jednotlivých dopravních proudů, tabulka č. 16.

Tabulka č. 16 – Stupně podřazenosti dopravních proudů

Stupeň	Charakteristika	Dopravní proudy
1. stupeň	nadřazenost	1, 2, 3, 12
2. stupeň	jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně	11, 10, 9
3. stupeň	dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně	6, 8, 7
4. stupeň	trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně	5, 4

Výpočty rozhodujících intenzit nadřazených proudů v průsečné křižovatce. Hodnota intenzity nadřazených proudů vstupuje do výpočtu ve skutečných vozidlech [8].

- Jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně (2. stupeň)

$$I_{H,11,2010} = I_1 + I_2 + I_3 \text{ [voz/h]} \quad /12/$$

$$I_{H,11,2010} = 198 + 44 + 106 = 348 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,11,2030} = 231 + 51 + 124 = 406 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,10,2010} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 \text{ [voz/h]} \quad /13/$$

$$I_{H,10,2010} = 198 + 44 + 0,5 \cdot 106 = 295 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,10,2030} = 231 + 51 + 0,5 \cdot 124 = 344 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,9,2010} = I_1 \text{ [voz/h]} \quad /14/$$

$$I_{H,9,2010} = 198 = 198 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,9,2030} = 231 = 231 \text{ voz/h}$$

- Dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně (3. stupeň)

$$I_{H,6,2010} = I_2 + I_{10} + 0,5 \cdot I_{11} + 0,5 \cdot I_3 \quad /15/$$

$$I_{H,6,2010} = 44 + 59 + 0,5 \cdot 78 + 0,5 \cdot 106 = 195 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,6,2030} = 51 + 68 + 0,5 \cdot 92 + 0,5 \cdot 124 = 227 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,8,2010} = I_1 + I_2 \cdot 0 + I_3 \cdot 0 + I_{11} + I_{10} + I_{12} \quad /16/$$

$$I_{H,8,2010} = 198 + 78 + 59 + 261 = 596 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,8,2030} = 231 + 92 + 68 + 303 = 694 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,7,2010} = I_2 + I_1 \cdot 0 + I_3 + I_{12} \cdot 0 + I_{11} + I_{10} \quad /17/$$

$$I_{H,7,2010} = 44 + 106 + 78 + 59 = 287 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,7,2030} = 51 + 124 + 92 + 68 = 335 \text{ voz/h}$$

- Trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně (4. stupeň)

$$I_{H,5,2010} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_{12} \cdot 0 + I_{10} + 0,5 \cdot I_{11} + I_9 + I_8 + I_7 \quad [\text{voz/h}] \quad /18/$$

$$I_{H,5,2010} = 198 + 44 + 0,5 \cdot 106 + 59 + 0,5 \cdot 78 + 142 + 200 + 1 = 736 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,5,2030} = 231 + 51 + 0,5 \cdot 124 + 68 + 0,5 \cdot 92 + 166 + 233 + 1 = 858 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,4,2010} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_{12} + I_{11} + 0,5 \cdot I_{10} + I_7 + I_8 \quad [\text{voz/h}] \quad /19/$$

$$I_{H,4,2010} = 198 + 44 + 0,5 \cdot 106 + 261 + 78 + 0,5 \cdot 59 + 1 + 200 = 865 \text{ voz/h}$$

$$I_{H,4,2030} = 231 + 51 + 0,5 \cdot 124 + 303 + 92 + 0,5 \cdot 68 + 1 + 233 = 1007 \text{ voz/h}$$

2.6.3 Hodnoty kritických a následných odstupů

Pro výpočet hodnoty kritických odstupů je nutno znát rychlost jízdy na hlavní komunikaci. Rychlost na hlavní komunikaci v řešené křižovatce činí $v_{85\%} = 50$ km/h. V tabulce č. 17 jsou spočteny střední hodnoty kritických časových odstupů.

Tabulka č. 17 – Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	Střední hodnota kritických časových odstupů t_g	t_g [s]
Přímý směr z hlavní (II/479)	11	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$	4,5
Levé odbočení z hlavní (II/479)	10		
Pravé odbočení z vedlejší (ul. Bílovecká)	9	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$	4,7
Pravé odbočení z vedlejší (Hornbach)	6		
Přímý směr z vedlejší (ul. Bílovecká)	8	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$	6,2
Přímý směr z vedlejší (Hornbach)	5		
Levé odbočení z vedlejší (ul. Bílovecká)	7	$t_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$	6,3
Levé odbočení z vedlejší (Hornbach)	4		

Určení hodnoty následných odstupů, tabulka č. 18, je závislé na určení přednosti v jízdě na vedlejší komunikaci a druhu dopravního proudu. Na řešené křižovatce na rameni B a C je přednost v jízdě určená svislou dopravní značkou P4 „Dej přednost v jízdě!“

Tabulka č. 18 – Střední hodnoty následného časového odstupu t_f

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	Pro dopravní značení P4 t_f [s]
Přímý směr z hlavní (II/479)	11	2,6
Levé odbočení z hlavní (II/479)	10	
Pravé odbočení z vedlejší (ul. Bílovecká)	9	3,1
Pravé odbočení z vedlejší (Hornbach)	6	
Přímý směr z vedlejší (ul. Bílovecká)	8	3,3
Levé odbočení z vedlejší (Hornbach)	5	
Levé odbočení z vedlejší (ul. Bílovecká)	7	3,5
Přímý směr z vedlejší (Hornbach)	4	

2.6.4 Základní kapacita

Pro výpočet základní kapacity dopravních proudů slouží vzorec /20/, výsledné hodnoty viz tabulka č. 19. Pro dopravní proud 1. stupně se udává hodnota 1 800 j.v./h. Pro dopravní proud 2. stupně platí rovnost se základní kapacitou $C_n = G_n$, vzorec /21/. Pro dopravní kapacitu stupně 3. a 4. všeobecně platí, že je vždy nižší než základní kapacita vlivem ovlivněných nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost výskytu fronty vozidel [8].

1. stupeň (1, 2, 3, 12)

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_{12} = 1\,800 \text{ j.v./h}$$

2. stupeň (9, 10, 11)

$$G_{n,rok} = \frac{3600}{t_{f,n}} \cdot e^{-\frac{I_{H,n,rok}}{3600} \left(t_{g,n} - \frac{t_{f,n}}{2} \right)} \quad [\text{j.v./h}] \quad /20/$$

$G_{n,rok}$ základní kapacita daného roku jízdního pruhu n-tého proudu [j.v./h]

$I_{H,n,rok}$ rozhodující intenzita nadřazených proudů v daném roce [voz/h]

$t_{f,n}$ následný časový odstup [s]

$t_{g,n}$ kritický časový odstup [s]

$$G_{9,2010} = \frac{3600}{t_{f,9}} \cdot e^{-\frac{I_{H,9,2010}}{3600} \left(t_{g,9} - \frac{t_{f,9}}{2} \right)} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{-198}{3600} \left(4,7 - \frac{3,1}{2} \right)} = 977 \text{ j.v./h}$$

$$G_{9,2030} = \frac{3600}{t_{f,9}} \cdot e^{-\frac{I_{H,9,2030}}{3600} \left(t_{g,9} - \frac{t_{f,9}}{2} \right)} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{-231}{3600} \left(4,7 - \frac{3,1}{2} \right)} = 949 \text{ j.v./h}$$

Tabulka č. 19 – Základní kapacita dopravních proudů pro rok 2010 a 2030 (tučně)

Základní kapacita	j.v./h
G ₁₁	1016 [965]
G ₁₀	1065 [1020]
G ₉	977 [949]
G ₆	853 [819]
G ₈	514 [454]
G ₇	759 [714]
G ₅	406 [348]
G ₄	345 [288]

Kapacita jízdního pruhu proudů druhého stupně C_n se rovná základní kapacitě G_n .
V daném případě se jedná o dopravní proudy 9, 11 a 10.

$$C_{n,rok} = G_{n,rok} \quad [j.v/h] \quad /21/$$

$$C_{9,2010} = G_{9,2010} = 977 j.v/h$$

$$C_{9,2030} = G_{9,2030} = 949 j.v/h$$

$$C_{11,2010} = G_{11,2010} = 1\,016 j.v/h$$

$$C_{11,2030} = G_{11,2030} = 965 j.v/h$$

$$C_{10,2010} = G_{10,2010} = 1\,065 j.v/h$$

$$C_{10,2030} = G_{10,2030} = 1\,020 j.v/h$$

3. stupeň (6, 7, 8)

Postup pro výpočet pravděpodobnosti současného nevzdutí proudů $p_{o,n}$ 9, 10 a 11.

$$a_{v,n,rok} = \frac{I_{n,rok}}{C_{n,rok}} \quad [-] \quad /22/$$

$a_{v,n,rok}$ stupeň vytižení dopravního proudu [-]

$I_{n,rok}$ Intenzita jízdního pruhu n-tého proudu [j.v./h]

$C_{n,rok}$ kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [j.v./h]

$$a_{v,10,2010} = \frac{I_{10,2010}}{C_{10,2010}} = \frac{62}{1\,065} = 0,06$$

$$a_{v,10,2030} = \frac{I_{10,2030}}{C_{10,2030}} = \frac{71}{1\,020} = 0,07$$

$$a_{v,11,2010} = 0,08$$

$$a_{v,11,2030} = 0,10$$

$$p_{o,n,rok} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_v \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_{10,2010}}{C_{10,2010}} \\ 0 \end{matrix} \right\} \quad [-] \quad /23/$$

$$p_{o,10,2010} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_{v,10,2010} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_{10,2010}}{C_{10,2010}} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - 0,06 \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,94$$

$$p_{o,10,2030} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_{v,10,2030} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_{10,2030}}{C_{10,2030}} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - 0,07 \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,93$$

$$p_{o,11,2010} = 0,92 \quad p_{o,7,2010} = 1,00 \quad p_{o,8,2010} = 0,60 \quad p_{o,9,2010} = 0,85$$

$$p_{o,11,2030} = 0,90 \quad p_{o,7,2030} = 1,00 \quad p_{o,8,2030} = 0,47 \quad p_{o,9,2030} = 0,82$$

$$C_{n,rok} = p_{x,n,rok} \cdot G_{n,rok} \quad [j. v./h] \quad /24/$$

$$\text{pozn: } p_{x,6,rok} = p_{o,10,rok}$$

$$p_{x,7,rok} = p_{o,11,rok} \cdot p_{o,10,rok}$$

$$p_{x,8,rok} = p_{o,11,rok} \cdot p_{o,10,rok}$$

$$C_{6,2010} = p_{x,6,2010} \cdot G_{6,2010} = 0,94 \cdot 853 = 803 \text{ j. v./h}$$

$$C_{6,2030} = p_{x,6,2030} \cdot G_{6,2030} = 0,93 \cdot 853 = 762 \text{ j. v./h}$$

$$C_{7,2010} = p_{o,10,2010} \cdot p_{o,11,2010} \cdot G_{7,2010} = 0,94 \cdot 0,92 \cdot 759 = 659 \text{ j. v./h}$$

$$C_{7,2030} = p_{o,10,2030} \cdot p_{o,11,2030} \cdot G_{7,2030} = 0,93 \cdot 0,90 \cdot 714 = 601 \text{ j. v./h}$$

$$C_{8,2010} = p_{o,10,2010} \cdot p_{o,11,2010} \cdot G_{8,2010} = 0,94 \cdot 0,92 \cdot 514 = 446 \text{ j. v./h}$$

$$C_{8,2030} = p_{o,10,2030} \cdot p_{o,11,2030} \cdot G_{8,2030} = 0,93 \cdot 0,90 \cdot 454 = 382 \text{ j. v./h}$$

4. stupeň (4, 5)

Postup pro výpočet pravděpodobnosti současného nevzdutí $p_{z,n}$ 2. stupně a 3. stupně.

$$p_{z,n,rok} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_{x,n,rok}}{p_{x,n,rok}} + \frac{1 - p_{o,n,rok}}{p_{o,n,rok}}} \quad [-] \quad /25/$$

$$p_{z,7,2010} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_{x,7,2010}}{p_{x,7,2010}} + \frac{1 - p_{o,7,2010}}{p_{o,7,2010}}} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0,87}{0,87} + \frac{1 - 1,00}{1,00}} = 0,87$$

$$p_{z,7,2030} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_{x,7,2030}}{p_{x,7,2030}} + \frac{1 - p_{o,7,2030}}{p_{o,7,2030}}} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0,84}{0,84} + \frac{1 - 1,00}{1,00}} = 0,84$$

$$p_{z,8,2010} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_{x,8,2010}}{p_{x,8,2010}} + \frac{1 - p_{o,8,2010}}{p_{o,8,2010}}} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0,87}{0,87} + \frac{1 - 0,60}{0,60}} = 0,54$$

$$p_{z,8,2030} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_{x,8,2030}}{p_{x,8,2030}} + \frac{1 - p_{o,8,2030}}{p_{o,8,2030}}} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0,84}{0,84} + \frac{1 - 0,47}{0,47}} = 0,43$$

$$p_{z,o,rok} = p_{z,n,rok} \quad [-] \quad /26/$$

$$p_{z,7-8,2010} = p_{z,7,2010} \cdot p_{z,8,2010} = 0,87 \cdot 0,54 = 0,47$$

$$p_{z,7-8,2030} = p_{z,7,2030} \cdot p_{z,8,2030} = 0,84 \cdot 0,43 = 0,36$$

$$C_{n,rok} = p_{z,o,rok} \cdot p_{o,n,rok} \cdot G_{n,rok} \quad [j. v./h] \quad /27/$$

$$C_{4,2010} = p_{z,7-8,2010} \cdot p_{o,11,2010} \cdot G_{4,2010} = 0,47 \cdot 0,92 \cdot 345 = 148 j. v./h$$

$$C_{4,2030} = p_{z,7-8,2030} \cdot p_{o,11,2030} \cdot G_{4,2030} = 0,36 \cdot 0,90 \cdot 288 = 94 j. v./h$$

$$C_{5,2010} = p_{z,7-8,2010} \cdot p_{o,9,2010} \cdot p_{o,10,2010} \cdot G_{5,2010} = 0,47 \cdot 0,85 \cdot 406 = 387 \text{ j. v./h}$$

$$C_{5,2030} = p_{z,7-8,2030} \cdot p_{o,9,2030} \cdot p_{o,10,2030} \cdot G_{5,2030} = 0,36 \cdot 0,82 \cdot 348 = 282 \text{ j. v./h}$$

2.6.5 Skutečná kapacita společných pruhů

Výpočet kapacity pruhů se společným řazením na vedlejší komunikace, pro proudy 4, 5 a 6.

$$C_{n,n,n,rok} = \frac{\sum_{j=1}^m I_{j,rok}}{\sum_{j=1}^m a_{vj,rok}} \quad [\text{j. v./h}] \quad /28/$$

$$C_{4,5,6,2010} = \frac{I_{4,2010} + I_{5,2010} + I_{6,2010}}{a_{v,4,2010} + a_{v,5,2010} + a_{v,6,2010}} = \frac{20 + 8 + 0}{0,06 + 0,02 + 0,00} = 360 \text{ j. v./h}$$

$$C_{4,5,6,2030} = \frac{I_{4,2030} + I_{5,2030} + I_{6,2030}}{a_{v,4,2030} + a_{v,5,2030} + a_{v,6,2030}} = \frac{22 + 9 + 0}{0,08 + 0,03 + 0,00} = 303 \text{ j. v./h}$$

Na hlavní komunikaci není samostatný pruh pro odbočení vlevo, proud 10 a 11.

$$C_{n,n,n,rok} = \min \left\{ \frac{I_{i,rok} + I_{j,rok} + I_{k,rok}}{a_{vi,rok} + a_{ve,rok} + a_{vk,rok}} \right\} \quad [\text{j. v./h}] \quad /29/$$

I_i, I_j, I_k intenzita dopravního proudu i, j, k [j.v./h]

$$C_{10,11,2010} = \min \left\{ \frac{I_{10,2010} + I_{11,2010}}{a_{v,10,2010} + a_{v,11,2010}} \right\} = \min \left\{ \frac{62 + 79}{0,06 + 0,08} \right\} = \min \left\{ \frac{1\ 007}{1\ 800} \right\} = 1\ 007 \text{ j. v./h}$$

$$C_{10,11,2030} = \min \left\{ \frac{I_{10,2030} + I_{11,2030}}{a_{v,10,2030} + a_{v,11,2030}} \right\} = \min \left\{ \frac{71 + 92}{0,07 + 0,10} \right\} = \min \left\{ \frac{1\ 007}{1\ 800} \right\} = 959 \text{ j. v./h}$$

2.6.6 Určení úrovně kvality dopravy pro rok 2010 a 2030

Stanovení střední doby zdržení t_w a určení ÚKD, je uvedeno v tabulce č. 20. Vychází se z grafu, který je přiložen v příloze P-3 a dále z vypočtených hodnot C_n a Rez – rezerva kapacity v j.v./h.

$$Rez_{n,rok} = C_{n,rok} - I_{n,rok} \quad [j.v./h] \quad /30/$$

$$Rez_{9,2010} = C_{9,2010} - I_{9,2010} = 977 - 146 = 831 \text{ j.v./h}$$

$$Rez_{9,2030} = C_{9,2030} - I_{9,2030} = 949 - 170 = 779 \text{ j.v./h}$$

Tabulka č. 20 – Určení úrovně kvality dopravy pro rok 2010 a 2030

Dopravní proud	Skutečná kapacita C_n (j.v./h)	Rezerva kapacity Rez (j.v./h)	Střední doba zdržení t_w (s)	ÚKD
9	977 [949]	831 [779]	3 [4]	A [A]
7	659 [601]	658 [600]	5 [5]	A [A]
8	446 [382]	239 [141]	15 [25]	B [B]
10+11	1 007 [959]	866 [796]	3 [3]	A [A]
4+5+6	360 [303]	332 [272]	11 [13]	B [B]

Z výpočtů vyplynulo, že řešená křižovatka jak v současné době, tak i za 20 let v roce 2030, bude kapacitně vyhovovat, protože ÚKD je vyhovující. Největší doba zdržení je na vedlejší MO na ulici Bílovecká, ve směru na Svinov, kdy zdržení nabývá hodnoty pro rok 2030, 25 s a ÚKD je na stupni B.

Stanovení délky front vozidel $N_{95\%}$. Vychází se ze stupně vytížení a_v a kapacity pruhu dopravního proudu C_n . Délky jednotlivých dopravních proudů jsou uvedeny v tabulce č. 21.

$$N_{95\%,n,rok} = \frac{3}{2} C_{n,rok} \left(a_{v,n,rok} - 1 + \sqrt{(1 - a_{v,n,rok})^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_{v,n,rok}}{C_{n,rok}}} \right) \quad [m] \quad /31/$$

$$N_{95\%,9,2010} = \frac{3}{2} C_{9,2010} \left(a_{v,9,2010} - 1 + \sqrt{(1 - a_{v,9,2010})^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_{v,9,2010}}{C_{9,2010}}} \right) =$$

$$= N_{95\%,9,2010} = \frac{3}{2} \cdot 977 \left(0,15 - 1 + \sqrt{(1 - 0,15)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot 0,15}{977}} \right) = 3,17 \text{ m}$$

$$N_{95\%,9,2030} = \frac{3}{2} C_{9,2030} \left(a_{v,9,2030} - 1 + \sqrt{(1 - a_{v,9,2030})^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_{v,9,2030}}{C_{9,2030}}} \right) =$$

$$= N_{95\%,9,2030} = \frac{3}{2} \cdot 949 \left(0,18 - 1 + \sqrt{(1 - 0,18)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot 0,18}{949}} \right) = 3,95 \text{ m}$$

Tabulka č. 21 – Délky front $N_{95\%}$ na vjezdech

Délka fronty	(m)	(m)
$N_{95\%,9}$	3,17	3,95
$N_{95\%,7}$	0,00	0,00
$N_{95\%,8}$	8,78	19,60
$N_{95\%,10+11}$	2,93	3,68
$N_{95\%,4+5+6}$	1,57	2,22

3 VARIANTNÍ NÁVRHY ÚPRAV KŘÍŽOVATKY

3.1 Varianta 1 – Drobné stavební úpravy a zachování stávajícího stavu

V této variantě, výkres č. 2 ve výkresové dokumentaci, je hlavním cílem provést změny tak, že bude kladen důraz pouze na drobné úpravy bez potřeby zásahu do šířkového uspořádání MK na jednotlivých ramenech křižovatky, protože z pohledu kapacitních výpočtů je křižovatka dostatečně nadimenzována jak pro současný rok, tak i pro výhledovou intenzitu pro rok 2030. Kapacita úrovnových neřízených křižovatek je maximálně 1 500 – 2 000 voz/h. Z dopravního průzkumu vyplynulo, že ve špičkové hodině projelo křižovatkou 1 118 voz/h. Vypočtená intenzita pro rok 2030 je 1 298 voz/h ve špičkové hodině, proto se tato varianta soustředí pouze na hledisko bezpečnosti, protože z kapacitního hlediska bude řešená křižovatka stále vyhovovat. Tím je myšleno doplnění svislého či vodorovného dopravního značení, dle TP 65 [11]. Z terénní obchůzky bylo jasné vidět, že současné vodorovné dopravní značení už není příliš vidět, či někde dokonce i chybí. Proto je navrženo nové obtažení vodorovného dopravního značení, které je v některých místech doplněno novým, chybějícím značením. Dále je navrženo také jedno nové svislé dopravní značení, zbylé svislé značení bude nadále platit. Nová dopravní značení jsou ve výkrese zakótována. Pro posouzení úprav je směrodatným vozidlem ověřena průjezdnost pomocí vlečných křivek.

- **Úpravy na rameni A**

Jedná se o MK III/4785, na které se nachází jízdní pruh pro odbočení vlevo, je nově opatřen příčnou čarou souvislou V5 a pro jízdní pruh vedený přímo a s odbočením vpravo je výjezd doplněn o vodící proužek V4 vedenou až k vjezdu do obchodního centra Hornbach. Původní stávající vodorovné dopravní značení platí a bude nově přemalováno.

- **Úpravy na rameni B**

Jedná se o ulici Hornbach, na které se nachází jízdní pruh pro směr odbočení vlevo, vpravo a přímo. Od výjezdu z obchodního centra Hornbach je komunikace doplněna o chybějící vodící proužek V4, vedenou k autobusové zastávce. Dopravní ostrůvek je také doplněn o chybějící vodící proužek V4. Původní přechod pro chodce V7 – (5m) bude nově přemalován.

- **Úpravy na rameni C**

Jedná se o ulici Bíloveckou, na které se nachází jízdní pruh pro odbočení vlevo, jízdní pruh pro jízdu přímo a jízdní pruh pro odbočení vpravo. Nově je namalován jízdní pruh pro odbočení vpravo pomocí podélné čáry souvislé V1a, který začíná přibližně od začátků šikmých rovnoběžných čar V13a. Dále je nově doplněna chybějící vodící proužek V4, navíc u dopravního ostrůvku nově spolu s vodící proužek V4 je doplněno i vodorovné značení šikmých vodorovných čar V13a. Pro výjezd z pravého odbočovacího pruhu je nově použito podélné čáry přerušované V2b. V jízdním pruhu pro jízdu přímo je doplněno zdůraznění svislého dopravního značení P4 „Dej přednost v jízdě!“ vodorovným dopravním značením V6a, stejně jako v jízdním pruhu pro odbočení vlevo. Dále je na komunikaci nově opatřeno svislé dopravní značení IP 28 (nejvyšší dovolená rychlost) a to 40 m od hranice křižovatky. Tabule je umístěna na sloupku a ten je kotven do země. Původní stávající vodorovné dopravní značení platí a bude nově přemalováno.

- **Úpravy na rameni D**

Jedná se o MK II/479, na které se nachází jízdní pruh pro směr odbočení vlevo a přímo, spolu s jízdním pruhem pro odbočení vpravo. Je doplněno vodorovné dopravní značení V2b (podélná čára přerušovaná), pro optické oddělení pravého odbočovacího pruhu. Původní stávající vodorovné dopravní značení platí a bude nově přemalováno.

3.1.1 Rozpočet

Hrubý odhad nákladů na stavební práce je určen z ceníků RTS Brno.

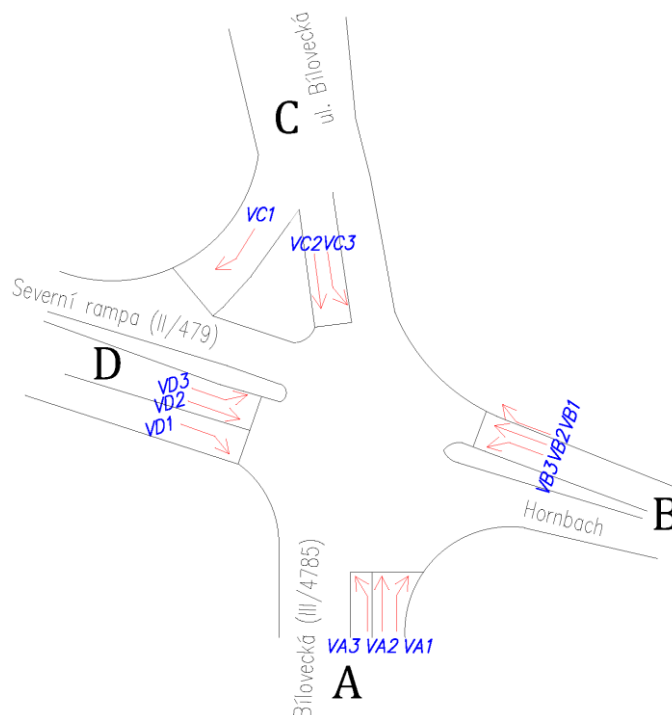
Komunikace	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Živičný povrch (vč. podkladů)	m ²	0	1020,00	0,00
	Odstranění asfaltových povrchů	m ²	0	530,00	0,00
	Betonový povrch	m ²	0	4620,00	0,00
	Obrubníky	m	0	500,00	0,00
Chodníky	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Zámková dlažba pro pěší (vč. podkladů)	m ²	0	219,00	0,00
	Obrubníky	m	0	187,00	0,00
	Odstranění ploch pro pěší	m ²	0	236,00	0,00
Zeleň	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Založení parkového trávníku	m ²	0	10,00	0,00
Dopravní značení	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Svislé	kus	1	2 600,00	2 600,00
	Vodorovné	m ²	390	130,00	50 700,00
CELKEM		53 300,00 Kč			

3.2 Varianta 2 – Návrh světelného signalizačního zařízení

Tato varianta se zabývá návrhem světelného signalizačního zařízení, dále SSZ. Cílem tohoto návrhu je vytvořit signální plán pro řízení provozu v křižovatce. Kapacita světelně řízených křižovatek činí 3 000 – 6 400 voz/h. Intenzita dopravy ve špičkové hodině v řešené křižovatce činí 1 118 voz/h, a proto tento návrh není příliš vhodný pro použití, protože by nebylo využito výhod světelně řízených křižovatek. Očekávaná intenzita ve špičkové hodině byla stanovena výpočtem na 1 371 voz/h pro rok 2030. Doprava na dané křižovatce by tudíž mohla být spíše bržděna, než plynule převáděna. Tato varianta se tedy spíše zaobírá myšlenkou, jak by mohly být jednotlivé ramena křižovatký řízena. K navržení SSZ jsou nutná stavební opatření, která jsou detailněji popsány v podkapitole 3.2.4.

3.2.1 Sestavení signálního plánu – určení mezičasů

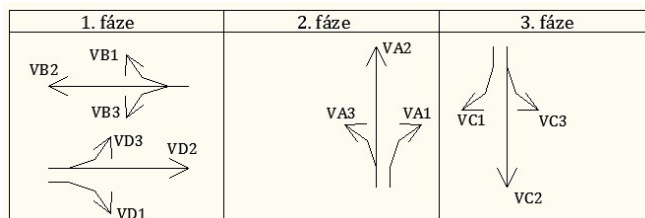
Vychází se z podkladů dopravního průzkumu, kde jsou naměřeny intenzity vozidel a z technických podmínek pro navrhování SSZ a to TP 81 [12]. Křižovatka bude navržena na období 20 let, konkrétně pro rok 2030, metodou saturovaného toku. Tabulka s intenzitami pro rok 2030 je obsažena v příloze P-5, spolu s tabulkou přepočtových koeficientů na jednotková vozidla, P-4. Označení jednotlivých ramen křižovatký a rozdělení dopravních proudů je zřejmé z obrázku č. 3.1.



Obrázek č. 3.1 – Označení dopravních proudů

Je navrženo 3 fázové pevné řízení, obrázek č. 3.2, plnými kruhovými signály a to v tomto pořadí:

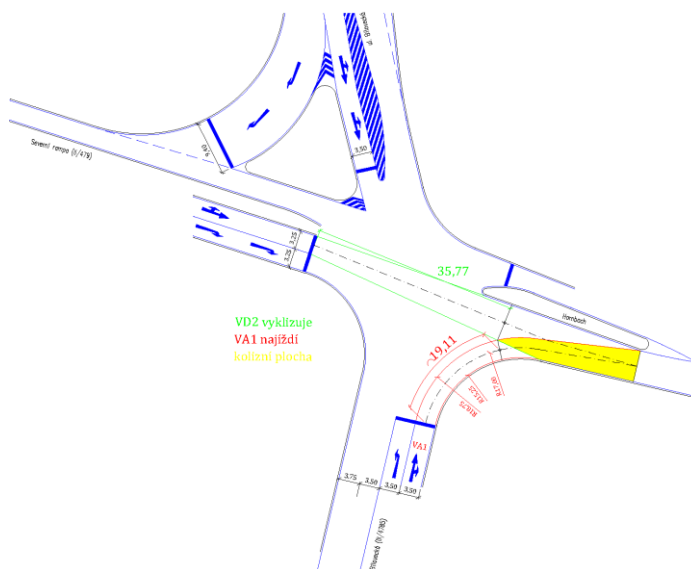
1. fáze – (směry VB1, VB2, VB3, VD1, VD2 a VD3)
2. fáze – (směry VA1, VA2 a VA3)
3. fáze – (směry VC1, VC2 a VC3)



Obrázek č. 3.2 – Třífázové schéma řízení křižovatky

Pro samotný výpočet je důležité určit počet kolizních bodů, podoby kolizních ploch a vyklizovací a najížděcí dráhy vozidel. V křižovatce se nachází celkem 28 kolizních bodů a 56 kolizních ploch pro každou možnou situaci, které jsou uvedeny na výkrese č. 3a, ve výkresové dokumentaci. Z výkresů kolizních ploch, jsou odměřeny vzdálenosti vyklizovacích a najížděcích drah. Pomocí těchto hodnot, spolu s rychlostí, časem, bezpečnostní doby a délky vozidla, je sestavena výpočtová tabulka pro výpočet mezičasu, která je uvedena v příloze P-6.

Vzorový výpočet mezičasu pro směry VA1 – VD2, schéma je na obrázku č. 3.3.



Obrázek č. 3.3 – Příklad určení trajektorie pohybu vozidel s vyznačením kolizních ploch pro VA1 a VD2 (ostatní viz výkres č. 3a ve výkresové dokumentaci)

Najížděcí dráha L_n :

Jedná se o směr jízdy vpravo (odbočení) od stop čáry, po kolizní bod na začátku (konci) kolizní plochy. Dráha vozidla se odměřuje po střednici pohybu.

$$L_{n,VA1} = 19,11 \text{ m}$$

Vyklizovací dráha L_v :

$$L_{v,VD2} = 35,77 \text{ m}$$

Jedná se o směr jízdy přímo od stop čáry, po kolizní bod na začátku (konci) kolizní plochy. Dráha vozidla se odměřuje po střednici pohybu.

Najížděcí a vyklizovací rychlosti v_n , v_v pro motorová vozidla:

- v přímém směru: 35 km/h 9,7 m/s
- v oblouku: 25 km/h 7,0 m/s

Najížděcí doba t_n :

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} \text{ [s]} \quad \quad \quad /32/$$

$$t_{n,VA1} = \frac{L_{n,VA1}}{v_n} = \frac{19,11}{7,0} = 2,7 \text{ s}$$

Délka vyklizovacího vozidla l_{voz} pro motorová vozidla:

$$l_{voz} = 5 \text{ m}$$

Vyklizovací doba t_v :

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} \text{ [s]} \quad \quad \quad /33/$$

$$t_{v,VD2} = \frac{L_{v,VD2} + l_{voz}}{v_v} = \frac{35,77 + 5}{9,7} = 4,2 \text{ s}$$

Bezpečnostní doba pro vyklizující motorová vozidla t_b :

$$t_b = 2 \text{ s}$$

Výpočet mezičasu t_m :

Jestliže vychází záporná hodnota, tak výsledný mezičas se zaokrouhlí na nulu. Výsledné vypočtené mezičasy se pak asymetricky zaokrouhlí na celé sekundy, přičemž dodržujeme pravidlo, že od 0,3 s (včetně) se zaokrouhluje nahoru. Z těchto hodnot se následně sestaví univerzální tabulka mezičasů, viz tabulka č. 22. V příloze P-7 jsou uvedeny jednotlivé tabulky pro přechody fází, ze kterých se vybírá nejméně příznivá hodnota mezičasu (největší hodnota uvedena v žlutých polích).

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad [s]$$

/34/

$$t_{m,VA1-VD2} = t_{v,VD2} - t_{n,VA1} + t_b = 4,2 - 2,7 + 2 = 3,5 \text{ s} = 4 \text{ s}$$

Tabulka č. 22 – Univerzální tabulka mezičasů

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklikuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

Volba optimálního pořadí fází:

Je nutné určit nejkratší možnou dobu při přechodech jednotlivých fází. V tomto případě se jedná o 3 fázové řízení a je možné sestavit 2 kombinace pořadí fází. Vybere se ta kombinace, u které vyjde nejmenší doba, viz tabulka č. 23.

Tabulka č. 23 – Volba výsledných pořadí fází

číslo kombinace:	pořadí fází	součtový mezičas t_m	Volíme kombinaci 2, $t_{m2} = 21$ s
1	1...2...3	$t_{m1} = 8 + 11 + 6 = 25$ s	
2	1...3...2	$t_{m2} = 8 + 6 + 7 = 21$ s	

Výsledné hodnoty mezičasů mezi fázemi:

- $t_{m1-3} = 8$ s
- $t_{m3-2} = 6$ s
- $t_{m2-1} = 7$ s

3.2.2 Sestavení signálního plánu – délka cyklu a kapacitní výpočty

Výpočtová tabulka je obsažena v příloze P-8, která byla zpracována tabulkovým procesorem excel. K vzorovému výpočtu pro 1. fázi je použit dopravní proud VD1.

Intenzita dopravních proudů I :

Jedná se o přepočtenou intenzitu vozidel na jednotková vozidla pro rok 2030, pro jednotlivé dopravní proudy. V případě více dopravních proudů v jednom dopravním pruhu se vezme součet intenzit všech těchto dopravních proudů.

$$I_{VD1} = 326 \text{ j.v./h}$$

Základní saturovaný tok S_{zakl} :

Základní saturovaný tok řadičského pruhu závisí pouze na místních dopravních poměrech [12]. Počet pruhů je roven jednomu.

- základní S_{zakl} (pruhu) = 1 900 j.v./h
- zvýšený S_{zakl} (pruhu) = 2 000 j.v./h (v příznivých podmínkách)

$$S_{zakl,VD1} = 1\,900 \text{ j.v./h}$$

Saturovaný tok vjezdu S :

K výpočtu je potřeba znát podélné sklony jednotlivých ramen a (sklony jednotlivých ramen křižovatky jsou zanedbatelné a rovnají se nule), ze kterého se vypočte koeficient sklonu k_{skl} . Dále je zapotřebí vypočítat koeficient oblouku k_{obl} .

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a \quad [-] \quad /35/$$

$$k_{skl,VD1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5f} \quad [-] \quad /36/$$

R ... poloměr odbočení v m (z výkresu č.3a)

f ... podíl odbočujících vozidel z vjezdu, pro samostatný odbočovací pruh $f = 1$

$$f = \frac{I - \text{intenzita odbočujících vozidel [voz/hod]}}{I_{celkem} - \text{celková intenzita vjezdu [voz/hod]}}$$

$$k_{obl,VD1} = \frac{R_{VD1}}{R_{VD1} + 1,5f_{VD1}} = \frac{R_{VD1}}{R_{VD1} + 1,5 \cdot \frac{I_{VD1}}{I_{VD1} + I_{VD2} + I_{VD3}}} =$$

$$= \frac{16,625}{16,625 + 1,5 \cdot 1} = 0,92$$

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad [j.v./h] \quad /37/$$

$$S_{VD1} = S_{zaklVD1} \cdot k_{sklVD1} \cdot k_{oblVD1} = 1\,900 \cdot 1 \cdot 0,92 = 1\,743 \text{ j.v./h}$$

Stupeň saturace vjezdu y :

$$y = \frac{I}{S} \quad [-] \quad /38/$$

$$y_{VD1} = \frac{I_{VD1}}{S_{VD1}} = \frac{326}{1\,743} = 0,187$$

Celkový stupeň saturace Y :

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad [-] \quad /39/$$

$$Y = \max y_1 + \max y_2 + \max y_3 = 0,187 + 0,129 + 0,134 = 0,450$$

Ztrátový čas ve fázi l :

$$l = t_m - 1 \quad [s] \quad /40/$$

$$l_1 = t_{m1-3} - 1 = 8 - 1 = 7 \text{ s}$$

Celkový ztrátový čas za cyklus L :

$$L = \sum_{i=1}^n l \quad [s] \quad /41/$$

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = 7 + 5 + 6 = 18 \text{ s}$$

Optimální délka cyklu C_{opt} :

$$C_{opt} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} \quad [s] \quad /42/$$

$$C_{opt} = \frac{1,5 \cdot 18 + 5}{1 - 0,450} = 58,2 \text{ s}$$

Reálný cyklus C :

Reálná délka se zaokrouhluje na celé sekundy. Reálná délka cyklu $C = 59 \text{ s}$.

Délka zelené pro kritický vjezd z :

$$z = \frac{\max y \cdot (C + L)}{Y} - 1 \quad [s] \quad /43/$$

$$z_1 = \frac{\max y_1 \cdot (C + L)}{Y} - 1 = \frac{0,187 \cdot (59 + 18)}{0,450} - 1 = 16 \text{ s}$$

Efektivní zelená z' :

$$z' = z + 1 \quad [s] \quad /44/$$

$$z_1' = z_1 + 1 = 16 + 1 = 17 \text{ s}$$

Kapacita vjezdu K :

$$K = S \cdot \frac{z'}{C} \quad [j. v.] \quad /45/$$

$$K_{VD1} = S_{VD1} \cdot \frac{z_1'}{C} = 1\,743 \cdot \frac{17}{59} = 502 \text{ j. v.}$$

Rezerva kapacity vjezdu Rez :

$$Rez = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 \text{ [%]} \quad /46/$$

$$Rez_{VD1} = \left(1 - \frac{I_{VD1}}{K_{VD1}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{326}{502}\right) \cdot 100 = 35,08 \%$$

Stanovení délky řadících pruhů l_{pruh} :

$$l_{pruh} = \frac{6,0}{3\,600} \cdot I \cdot C \text{ [m]} \quad /47/$$

$$l_{pruh,VD1} = \frac{6,0}{3\,600} \cdot I_{VD1} \cdot C = \frac{6,0}{3\,600} \cdot 326 \cdot 59 = 32,06 \text{ m}$$

Střední doba zdržení na vjezdu do řízené křižovatky t_w :

$$t_w = 0,9 \cdot \left(\frac{(C - z)^2 \cdot S}{2 \cdot C \cdot (S - I)} + \frac{x^2 \cdot 3\,600}{2 \cdot I \cdot (1 - x)} \right) \text{ [s]} \quad /48/$$

$$t_{w,VD1} = 0,9 \cdot \left(\frac{(C - z_1)^2 \cdot S_{VD1}}{2 \cdot C \cdot (S_{VD1} - I_{VD1})} + \frac{\left(\frac{I_{VD1} \cdot C}{S_{VD1} \cdot z_1}\right)^2 \cdot 3\,600}{2 \cdot I_{VD1} \cdot \left(1 - \frac{I_{VD1} \cdot C}{S_{VD1} \cdot z_1}\right)} \right) =$$

$$t_{w,VD1} = 0,9 \cdot \left(\frac{(59 - 16)^2 \cdot 1\,743}{2 \cdot 59 \cdot (1\,743 - 326)} + \frac{\left(\frac{326 \cdot 59}{1\,743 \cdot 13}\right)^2 \cdot 3\,600}{2 \cdot 326 \cdot \left(1 - \frac{326 \cdot 59}{1\,743 \cdot 16}\right)} \right) = 25,0 \text{ s}$$

Posouzení úrovně kvality dopravy – ÚKD:

Posouzení úrovně kvality dopravy vychází ze střední doby zdržení na vjezdu do řízené křižovatky t_w . Na základě tabulky č. 24, určíme úroveň kvality dopravy. Pro $t_{w,VD1} = 25,0 \text{ s}$ vychází úroveň kvality B – dobrá.

Tabulka č. 24 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do křižovatky [14]

Úroveň kvality		Střední doba zdržení v sekundách
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní	≤ 100
F	Nevyhovující	> 100

3.2.3 Signální plán

Z vypočtených hodnot vypracujeme signální plán, který je uvedený v příloze P-9. Pro případ, kdyby se výrazně změnila - navýšila intenzita vozidel na rameni D, je možno doplnit fázi č. 2 doplňkovou zelenou šipku S5 pro pravé odbočení. Tím by se zvýšila kapacita celé křižovatky. Dále je možno současně navržený cyklus $C = 59$ s, podle potřeby zvýšit až o 29 s, za předpokladu, nového posouzení kapacity křižovatky.

3.2.4 Stavební úpravy

Pro zřízení SSZ je potřeba stavebních úprav současného stavu křižovatky. Budou zřízeny tři nové dopravní ostrůvky. Bude vybudován nový přídatný řadící jízdní pruh o délce 82,00 m na rameni D. Z kapacitních výpočtů SSZ bylo určeno, že potřebná délka tohoto jízdního pruhu je 32,06 m, návrh bezpečně vyhovuje. Změnou prošli také chodníkové plochy, které jsou upraveny v důsledku zrušení přechodu pro chodce. Křižovatka bude kompletně osazena novým svislým dopravním značením, stávající značení bude odstraněno a nově nahrazeno, či zrušeno. Řadič SSZ je umístěn mezi rameny A a B. Po obvodu obrub jsou umístěny vodící proužky o šířce 0,25 m V4. Návrh SSZ byl zpracován na základě TP 81[12] a na nově navržené křižovatce byla ověřena průjezdnost vlečnými křivkami.

Výkres vlečných křivek je obsažen ve výkresové dokumentaci, výkres 3b. Jako návrhové vozidlo bylo použito 18 - ti metrového kloubového autobusu. Vozidlo nesmí přejet přes obrubu a v ideálních podmínkách by vozidlo nemělo překračovat vodící pruh. V tomto návrhu vozidlo v některých situacích mírně překročí vodící pruh. Na rameni C je uvažováno s občasným přejetím dopravního stínu při odbočování dopravního proudu VD3 z ramene D, rozměrnějšími vozidly, např. při zásobování okolních nákupních center.

- **Stavební úpravy na rameni A**

Na rameni A budou zřízeny dva jízdní pruhy. Levý jízdní pruh o šířce 3,50 m bude sloužit pro odbočení vozidel vlevo. Pravý jízdní pruh o šířce 3,50 m bude sloužit pro jízdu přímo a pro odbočení vpravo. Nároží pravého odbočení má poloměr 15,00 m. Zřízeno bude základní návěstidlo VA spolu s opakovacím návěstidlem VA' na výložníku o délce 6,00 m, ve vzdálenosti 2,00 m od stop čáry a 0,50 m od okraje obruby. Na sloupě SSZ bude připevněno svislé dopravní značení P2 (hlavní pozemní komunikace) a E 2b (tvar křižovatky). Před křižovatkou bude zřízeno svislé dopravní značení A10 (světelné signály). Odsazení okraje

od přilehlého jízdního pruhu je 0,25 m. Vodorovné dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

- **Stavební úpravy na rameni B**

Na rameni B bude zřízen jeden jízdní pruh o šířce 3,75 m, sloužící pro jízdu přímo a pro levé a pravé odbočení. Nároží pravého odbočení má poloměr 15,00 m. Zřízeno bude základní návěstidlo VB, ve vzdálenosti 2,00 m od stop čáry a 0,50 m od okraje obruby. Na sloupě SSZ bude připevněno svislé dopravní značení P4 („Dej přednost v jízdě!“) a E 2b (tvar křižovatky). Na konci nároží při vjezdu na rameno C, bude umístěno svislé dopravní značení IP 10a (slepá pozemní komunikace). Stávající dopravní ostrůvek bude nahrazen novým dělicím kapkovitým ostrůvkem. Délka dopravního ostrůvku je 30,00 m a šířka je 2,80 m v nejširší části (prostoru křižovatky) a 2,00 m v nejužší části dopravního ostrůvku. Dopravní ostrůvek je zaoblen v prostoru křižovatky dvěma kružnicovými oblouky o poloměrech 16,00 m a 0,50 m. Ve spodní části je ostrůvek zaoblen poloměrem 1,00 m. Odsazení okraje přilehlého jízdního pruhu od ostrůvku je 0,25 m. Stávající přechod pro chodce byl zrušen a také byly upraveny komunikace pro pěší. Stávající komunikace pro pěší ve směru od Svinova byla 50 m od hranice křižovatky odstraněna a plynule převedena na nedalekou komunikaci pro pěší, která vede od schodů svinovských mostů dále do nákupního střediska Hornbach. Ve směru od výjezdu z Hornbachu je komunikace pro pěší vedena 0,50 m od okraje obruby a je plynule napojena na stávající komunikaci směrem k nevyužívané autobusové zastávce. V dopravním ostrůvku budou umístěna dvě svislá dopravní značení C4a, usměrňující provoz do správného jízdního pruhu. Optická část dopravního ostrůvku je doplněna šikmými rovnoběžnými čarami V13a, které svírají s osou vedlejší komunikace úhel 45°. Vodorovné dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

- **Stavební úpravy na rameni C**

Na rameni C bude zřízen jeden jízdní pruh o šířce 3,50 m, sloužící pro jízdu přímo a jeden jízdní pruh o šířce 7,75 m - v přímém směru pro bezpečné najetí zásobovacích vozidel z obchodních center do oblouku pro pravé odbočení, který má šířku 9,50 m. Nároží pravého odbočení má poloměr 25,00 m. Zřízeno bude základní návěstidlo VC1 pro pravé odbočení a VC2 pro jízdu přímo, ve vzdálenosti 2,00 m od stop čáry a 0,50 m od okraje obruby. Na sloupě SSZ VC1 bude připevněno svislé dopravní značení P4 („Dej přednost v jízdě!“). Na sloupě SSZ VC2 bude připevněno svislé dopravní značení P4 („Dej přednost v jízdě!“) s žlutým reflexním podkladem a E 2b (tvar křižovatky). Stávající dopravní ostrůvek bude

nahrazen novým trojúhelníkovým ostrůvkem. Hrany ostrůvku jsou zaobleny kružnicovými oblouky o poloměrech 1,00, 2,00 a 3,00 m. V dopravním ostrůvku budou umístěna svislá dopravní značení C4b a C4c , usměrňující provoz do správného jízdního pruhu. Odsazení okraje přilehlého jízdního pruhu od ostrůvku je 0,25 m. Optická část dopravního ostrůvku je doplněna šikmými rovnoběžnými čarami V13a, které svírají s osou vedlejší komunikace úhel 45°. Ve výjezdu z pravého odbočení bude zřízeno svislé dopravní značení B30 (zákaz vstupů chodců) a dále za ní IJ7 (čerpací stanice). Před příjezdem na rameni C do křižovatky, bude také zřízeno svislé dopravní značení IP 19 (řadící pruhy). Vodorovné dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

- **Stavební úpravy na rameni D**

Na rameni D bude zřízen jeden jízdní pruh o šířce 3,25 m, umožňující jízdu přímo a odbočení vlevo a také jeden přídatný jízdní pruh o šířce 3,25 m a délce 82,00 m. Stávající dopravní ostrůvek bude zrušen a bude nahrazen nárožím pro pravé odbočení, které má poloměr 15,00 m. Zřízeno bude základní návěstidlo VD spolu s opakovacím návěstidlem VD' na výložníku o délce 6,00 m, ve vzdálenosti 2,00 m od stop čáry a 0,50 m od okraje obruby. Na sloupě SSZ bude připevněno svislé dopravní značení P2 (hlavní pozemní komunikace) a E 2b (tvar křižovatky). Před křižovatkou bude zřízeno svislé dopravní značení A10 (světelné signály), směrové tabule IS 4b (s dvěma místními cíly) a IS 3c (směrová tabule s jedním cílem) a také řadící tabule IP 19 (řadící pruhy). Odsazení okraje od přilehlého jízdního pruhu je 0,25 m. Vodorovné dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

3.2.5 Rozpočet

Hrubý odhad nákladů na stavební práce je určen z ceníků RTS Brno.

Komunikace	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Živičný povrch (vč. podkladů)	m ²	4 420	1020,00	4 508 400,00
	Odstranění asfaltových povrchů	m ²	4 560	530,00	2 416 800,00
	Betonový povrch	m ²	0	4620,00	0,00
	Obrubníky	m	770	500,00	385 000,00
Chodníky	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Zámková dlažba pro pěší (vč. podkladů)	m ²	400	219,00	87 600,00
	Obrubníky	m	340	187,00	63 580,00
	Odstranění ploch pro pěší	m ²	160	236,00	37 760,00
Zeleň	Typ	MJ	Množ.	Cena/MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Založení parkového trávníku	m ²	670	10,00	6 700,00
Dopravní značení	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Svislé	kus	24	2 600,00	62 400,00
	Vodorovné	m ²	480	130,00	62 400,00
SSZ	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Průsečná 4-ramenná	kus	1	1 200 000,00	1 200 000,00
CELKEM				8 830 640,00 Kč	

3.3 Varianta 3 – Okružní křižovatka

Okružní křižovatky se vyznačují svou vysokou bezpečností a jasně vymezenou předností v jízdě. Nehody na okružních křižovatkách nejsou tak závažného charakteru, jako je tomu na průsečných křižovatkách. Maximální kapacita okružních křižovatek s jedním jízdním pruhem na okružním pásu a jedním jízdním pruhem na vjezdu je 2 000 – 2 500 voz/h, resp. maximální celodenní kapacita 25 000 – 30 000 voz/den [14].

3.3.1 Návrh okružní křižovatky

Tato varianta se zabývá návrhem okružní křižovatky, za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. Také odstraňuje problém nevhodného křížení místních komunikací, když se kříží MK II/479 s ul. Bíloveckou a jejich úhel křížení je 57°, respektive MK III/4785 s ul. Hornbach a jejich úhel křížení je 86°. Okružní křižovatka je navržena ve tvaru eliptickém. Skládá se z kružnicových oblouků, které mají na vnější straně křižovatky poloměry 37,50, resp. 17,50 m. Středový ostrov se skládá z oblouků o poloměrech 30,00 m, resp. 10,00 m. Na nově navrženou okružní křižovátku plynule navazují stávající místní komunikace. Má jeden jízdni okružní pás o šířce 6,00 m, dále má ojediněle pojížděný prstenec okolo středového ostrova o šířce 1,50 m. Vjezdové a výjezdové větve jsou navrženy jako jednopruhé o šířce 5,00 m a 6,00 m mezi obrubami. Větve jsou navzájem od sebe odděleny fyzickými směrovacími ostrůvky, přičemž ostrůvek na rameni B je zároveň využíván pro bezpečný přechod pěších a návrhová rychlost na vjezdech je 30 km/h.

Při výstavbě bude vybudováno nové svislé a vodorovné dopravní značení, které bude v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13]. Všechny vjezdové větve budou mít svislé dopravní značení P4 („Dej přednost v jízdě!“) a C1 (kruhový objezd). Na směrovacích ostrůvcích budou osazeny svislé dopravní značení C4a (příkázaný směr objíždění vpravo).

Okružní křižovatka je ověřena na průjezdnost vlečnými křivkami, viz výkres č. 4a ve výkresové dokumentaci. Jako návrhové vozidlo byl vzat kloubový autobus s návrhovou rychlostí 12 km/h.

Návrhové prvky eliptické okružní křižovatky:

- Vnější poloměry: 37,50 m; 17,50 m
- Vnější poloměry středového ostrova: 30,00 m; 10,00 m
- Šířka pojezdného prstence: 1,50 m
- Šířka okružního jízdního pásu: 6,00 m
- Šířka vjezdových větví – mezi obrubami: 5,00 m; 6,00 m
- Šířka výjezdových větví – mezi obrubami: 5,00 m; 6,00 m

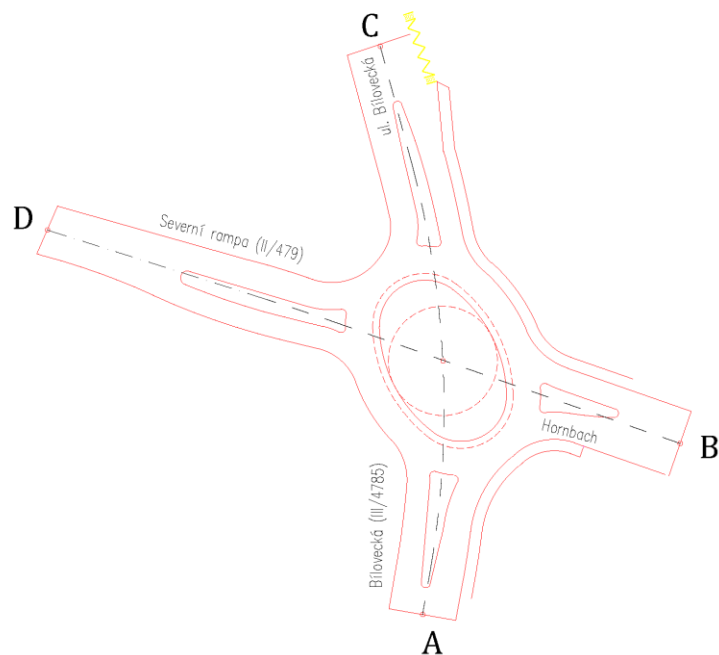
3.3.2 Kapacitní výpočty

Intenzita dopravy ve špičkové hodině pro rok 2010 a 2030 je uvedena v tabulce č. 25. Vychází se z podkladu vyhodnocených intenzit pro jednotlivé směry, který je uvedený v příloze P-10. Intenzita dopravy na řešené křižovatce vyšla pro rok 2030 17 101 voz./24h.

Tabulka č. 25 – Prognóza intenzity dopravy za 24 hodin pro rok 2010 a 2030

Intenzita na ramenech v r. 2010					
rameno A	$I_{24} =$	4585			
rameno B	$I_{24} =$	343			
rameno C	$I_{24} =$	4519			
rameno D	$I_{24} =$	5244			
Intenzita na ramenech v r. 2030			Celková intenzita v r. 2010		
rameno A	$I_{24} =$	5349	$I_{24} =$	14690	voz./24h.
rameno B	$I_{24} =$	382			
rameno C	$I_{24} =$	5270			
rameno D	$I_{24} =$	6100			
			Celková intenzita v r. 2030		
			$I_{24} =$	17101	voz./24h.

Kapacita vjezdů okružní křižovatky pro stykové napojení jednopruhového vjezdu. Postupuje se dle TP 135 [14]. Níže je popsán vzorový výpočet pro paprsek A – rozdělení paprsků okružní křižovatky je podle obrázku č. 3.4. Všechny vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 26.



Obrázek č. 3.4 – Rozdělení paprsků na navržené okružní křižovatce

Tabulka č. 26 – Vypočtené hodnoty pro vjezdy na jednotlivých paprscích okružní křižovatky

Hodnoty	Paprsek A	Paprsek B	Paprsek C	Paprsek D
Q_e (voz/h)	435	35	393	503
Q_a (voz/h)	606	224	132	434
Q_k (voz/h)	171	382	285	274
b (m)	24,15	24,71	21,93	22,82
α	0,1	0,1	0,1	0,1
L_e (voz/h)	1294	1141	1235	1218
ALG_e (%)	33,6	3,1	31,8	41,3
R (voz/h)	859	1106	842	715
t_w (s)	4	2	4	5
L_{voz} (m)	6	6	6	6
L_f (m)	2,90	0,12	2,62	4,19

Výpočet maximální kapacity jednoho vjezdu L_e .

$$L_e = 1\,500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \quad [\text{voz/h}]$$

/49/

Q_e intenzita vozidel na vjezdu [voz/h]

Q_a intenzita vozidel na výjezdu [voz/h]

- Q_k intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [voz/h]
- α vzájemná vzdálenost vjezdu a výjezdu b na jednom paprsku je dána faktorem alfa, viz příloha P-11

$$L_{e,A} = 1\,500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_{k,A} + \alpha \cdot Q_{a,A}) = 1\,500 - \frac{8}{9} \cdot (171 + 0,1 \cdot 606) = 1\,294 \text{ voz/h}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky ALG_e .

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 \quad [\%] \quad /50/$$

$$ALG_{e,A} = \frac{Q_{e,A}}{L_{e,A}} \cdot 100 = \frac{435}{1\,294} \cdot 100 = 33,6 \%$$

Rezerva kapacity R . Poté se určí z grafu střední doba zdržení t_w , viz příloha P-12.

$$R = L_e - Q_e \quad [\text{voz/h}] \quad /51/$$

$$R_A = L_{e,A} - Q_{e,A} = 1\,294 - 435 = 859 \text{ voz/h}$$

$$t_{w,A} = 4 \text{ s}$$

Délka čekající fronty L , která je závislá na délce zdržení.

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{voz} \quad [m] \quad /52/$$

L_{voz} pro jeden osobní automobil se uvažuje hodnota 6 m

$$L_A = \frac{Q_{e,A} \cdot t_{w,A}}{3\,600} \cdot L_{voz} = \frac{435 \cdot 4}{3\,600} \cdot 6 = 2,90 \text{ m}$$

3.3.3 Stavební úpravy

- **Stavební úpravy na paprsku A**

Na paprsku je navržen směrovací ostrůvek o délce 25,30 m. Hrany ostrůvku jsou zaobleny kružnicovými oblouky o poloměru 1,00 m. Šířka vjezdu na okružní pás je 6,00 m mezi obrubami. Poloměr oblouku pro připojení k okružnímu pásu je 25,00 m. Šířka výjezdu z okružního pásu je 5,00 m. Poloměr oblouku pro připojení výjezdu z okružního pásu je 13,00 m. Vjezd a výjezd je navržen jednopruhový. Dále je upravena komunikace pro pěší, která povede podél okružní křižovatky o šířce 2,50 m. Stávající komunikace pro pěší bude z části zbourána a zatravněna.

Vodící proužek V4 je odsazen od obruby o 0,25m. Optická část dopravního ostrůvku je doplněna šikmými rovnoběžnými čarami (V13a), které svírají s osou komunikace úhel 45°. Na vjezdu bude umístěna (příčná čára souvislá se symbolem „Dej přednost v jízdě!“) V6a spolu se svislým dopravním značením P4 („Dej přednost v jízdě!“) a C1 (kruhový objezd). Před příjezdem na okružní křižovatku bude také zřízeno svislé dopravní značení A4 (Pozor, kruhový objezd) ve vzdálenosti 50 m, resp. P3 (konec hlavní pozemní komunikace) 30 m před křižovatkou. V dopravním ostrůvku budou umístěna svislá dopravní značení C4a (příkazaný směr objíždění vpravo) a C4c (příkazaný směr objíždění vpravo i vlevo), usměrňující provoz do správného jízdního pruhu. Vodorovné a svislé dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

- **Stavební úpravy na paprsku B**

Na paprsku je navržen směrovací ostrůvek o délce 17,50 m, který zároveň plní funkci ochranného ostrůvku pro chodce. Na paprsku je zřízen přechod pro chodce o šířce 5,00 m se signálním a varovným pásem. Stávající komunikace pro pěší bude nově přestavěna a bude vést podél okružní křižovatky k stávající autobusové zastávce, její šířka je 2,50 m. Hrany ostrůvku jsou zaobleny kružnicovými oblouky o poloměru 1,00 m. Šířka vjezdu na okružní pás je 5,00 m mezi obrubami. Poloměr oblouku pro připojení k okružnímu pásu je 15,00 m. Šířka výjezdu z okružního pásu je 6,00 m. Poloměr oblouku pro připojení výjezdu z okružního pásu je 13,00 m. Vjezd a výjezd je navržen jednopruhový. Tento paprsek je navržen tak, že je připraven k napojení nové MO, jak je uvedeno v územním plánování.

Vodící proužek V4 je odsazen od obruby o 0,25m. Optická část dopravního ostrůvku je doplněna šikmými rovnoběžnými čarami (V13a), které svírají s osou komunikace úhel 45°.

Na vjezdu bude umístěna (příčná čára souvislá se symbolem „Dej přednost v jízdě!’’) V6a spolu se svislým dopravním značením P4 („Dej přednost v jízdě!’’) a C1 (kruhový objezd). Před přechodem pro chodce je navržena svislá dopravní značka IP6 (přechod pro chodce) s retroflexním podkladem. V dopravním ostrůvku budou umístěna svislá dopravní značení C4a (příkázaný směr objíždění vpravo) a C4c (příkázaný směr objíždění vpravo i vlevo), usměrňující provoz do správného jízdního pruhu. Vodorovné a svislé dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

- **Stavební úpravy na paprsku C**

Na paprsku je navržen směrovací ostrůvek o délce 32,60 m. Hrany ostrůvku jsou zaobleny kružnicovými oblouky o poloměru 1,00 m. Šířka vjezdu na okružní pás je 6,00 m mezi obrubami. Poloměr oblouku pro připojení k okružnímu pásu je 10,00 m. Šířka výjezdu z okružního pásu je 5,00 m. Poloměr oblouku pro připojení výjezdu z okružního pásu je 15,00 m. Vjezd a výjezd je navržen jednopruhový.

Vodící proužek V4 je odsazen od obruby o 0,25m. Optická část dopravního ostrůvku je doplněna šikmými rovnoběžnými čarami (V13a), které svírají s osou komunikace úhel 45°. Na vjezdu bude umístěna (příčná čára souvislá se symbolem „Dej přednost v jízdě!’’) V6a spolu se svislým dopravním značením P4 („Dej přednost v jízdě!’’) a C1 (kruhový objezd). V dopravním ostrůvku budou umístěna svislá dopravní značení C4a (příkázaný směr objíždění vpravo) a C4c (příkázaný směr objíždění vpravo i vlevo), usměrňující provoz do správného jízdního pruhu. Při výjezdu z okružního pásu je navržena svislá dopravní značka IP 10a (slepá pozemní komunikace). Vodorovné a svislé dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

- **Stavební úpravy na paprsku D**

Na paprsku je navržen směrovací ostrůvek o délce 37,50 m. Hrany ostrůvku jsou zaobleny kružnicovými oblouky o poloměru 1,00 m a při příjezdu k okružní křižovatce jsou hrany zaobleny poloměrem 1,50 m. Šířka vjezdu na okružní pás je 5,00 m mezi obrubami. Poloměr oblouku pro připojení k okružnímu pásu je 14,00 m. Šířka výjezdu z okružního pásu je 6,00 m. Poloměr oblouku pro připojení výjezdu z okružního pásu je 12,79 m. Vjezd a výjezd je navržen jednopruhový.

Vodící proužek V4 je odsazen od obruby o 0,25m. Optická část dopravního ostrůvku je doplněna šikmými rovnoběžnými čarami (V13a), které svírají s osou komunikace úhel 45°.

Na vjezdu bude umístěna (příčná čára souvislá se symbolem „Dej přednost v jízdě!’’)) V6a spolu se svislým dopravním značením P4 („Dej přednost v jízdě!’’)) a C1 (kruhový objezd). V dopravním ostrůvku budou umístěna svislá dopravní značení C4a (přikázaný směr objíždění vpravo) a C4c (přikázaný směr objíždění vpravo i vlevo), usměrňující provoz do správného jízdního pruhu. Při výjezdu z okružního pásu je navržena směrová tabule (Poruba) IS 4c (s jedním místním cílem) a značka IP 10a (slepá pozemní komunikace). Ve vzdálenosti 90 m před příjezdem k okružní křižovatce bude osazena značka A4 (Pozor, kruhový objezd). Vodorovné a svislé dopravní značení je prováděno v souladu s TP 65 [11] a TP 133 [13].

3.3.4 Rozpočet

Hrubý odhad nákladů na stavební práce je určen z ceníků RTS Brno.

Komunikace	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Živičný povrch (vč. podkladů)	m ²	2 450	1020,00	2 499 000,00
	Odstranění asfaltových povrchů	m ²	3 490	530,00	1 849 700,00
	Betonový povrch	m ²	1 200	4620,00	5 544 000,00
	Obrubníky	m	670	500,00	335 000,00
Chodníky	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Zámková dlažba pro pěší (vč. podkladů)	m ²	550	219,00	120 450,00
	Obrubníky (OP)	m	98	1 140,00	111 720,00
	Obrubníky	m	620	187,00	115 940,00
	Odstranění ploch pro pěší	m ²	325	236,00	76 700,00
Zeleň	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Založení parkového trávníku	m ²	1 150	10,00	11 500,00
Dopravní značení	Typ	MJ	Množ.	Cena / MJ (Kč)	Cena (Kč)
	Svislé	kus	27	2 600,00	70 200,00
	Vodorovné	m ²	210	130,00	27 300,00
CELKEM		10 761 510,00 Kč			

4 ZHODNOCENÍ VARIANT

V této části mé bakalářské práce porovnám jednotlivé varianty návrhu úpravy dané křižovatky, přičemž jako základní kritérium bude bráno hledisko ekonomické, estetické, bezpečnostní, kapacitní, rychlost vjezdu do křižovatky, ÚKD a také jednotlivé varianty porovnám z pohledu náročnosti výstavby. Nakonec vyberu tu variantu, která bude nejlépe splňovat tyto parametry. Hodnocení proběhne na základě bodového stupňování 0 a 1, přičemž ohodnocení 1 je nejlepší, viz tabulka č. 27.

Tabulka č. 27 – Porovnání variant na základě určených kritérií

Kritéria	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
	(úpravy)	(SSZ)	(OK)
Ekonomické	1	0	0
Estetické	0	0	1
Bezpečnostní	0	0	1
Kapacitní	1	1	1
Rychlost vjezdu do křižovatky	0	0	1
ÚKD	1	1	1
Náročnost výstavby	1	0	0
CELKEM	4	2	5

Při porovnání jednotlivých variant, získala varianta 3 - návrh okružní křižovatky nejvíce bodů. Proto se přikláním k návrhu na vybudování okružní křižovatky na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě - Svinově.

5 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout na křižovatce na ulici Bílovecká u Hornbachu v Ostravě - Svinově takovou úpravu křižovatky, aby splňovala bezpečnostní a kapacitní požadavky. Navrhl jsem 3 možné varianty úpravy, z kapacitního hlediska a z hlediska ÚKD jsou vyhovující všechny návrhy, ale po zvážení jejich pro a proti jsem se přiklonil k zvolení varianty okružní křižovatky. I přes nejvyšší náklady na výstavbu, jako jediná odstraňuje problém nevyhovujícího se křížení MK II/479 s ul. Hornbach, jejich úhel křížení je 57° . Okružní křižovatka také vhodně zklidňuje dopravu v místě křižovatky a dělá ji bezpečnější, a proto se předpokládá menší počet dopravních nehod. Oproti světelně řízené křižovatce má ekonomickou výhodu, ačkoliv z propočtu vyšla jako levnější varianta, není potřeba počítat s průběžnými kontrolami technického stavu, jako u světelných zařízení. Světelně řízená křižovatka by při současných intenzitách nebyla plně využita. Kapacita světelně řízených křižovatek činí 3 000 – 6 400 voz/h. Intenzita dopravy ve špičkové hodině v řešené křižovatce činí 1 118 voz/h, a proto tento návrh není vhodný pro použití.

Navrhl jsem okružní křižovatku eliptického tvaru o vnějších poloměrech 37,50 m a 17,50 m. Šířka okružního jízdního pásu je 6,00 m a šířka pojížděného prstence je 1,50 m. Šířky vjezdů a výjezdů jsou 5,00 m nebo 6,00 m. Okružní křižovatka byla ověřena z hlediska průjezdnosti v programu Autoturn 5.1. K vizualizaci okružní křižovatky posloužil program PTV VISSIM.

Na závěr je nutno také zmínit, že varianta 1, která se zabývá drobnými úpravami stávajícího stavu, je z kapacitního hlediska vyhovující. Kapacita úrovnových neřízených křižovatek je 1 500 – 2 000 voz/h a výhledová intenzita dopravy pro rok 2030 na řešené křižovatce je 1 298 voz/h, ale z hlediska bezpečnosti je křižovatka nevyhovující.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Základní údaje Ostrava - Svinov [online]. [cit. 2011-02-23]. Dostupný z:
<http://www.svinov.ostrava.cz/jahia/Jahia/site/svinov/pid/4752>
- [2] Statutární město Ostrava [online]. [cit. 2011-02-24]. Dostupný z:
<http://www.ostrava.cz/jahia/Jahia/site/ostrava/lang/cs/ostrava/podnikatel/strategicke-projekty/revitalizace-nadrazi-ostrava-svinov>
- [3] Mapy [online]. [cit. 2011-02-24]. Dostupný z: <http://www.mapy.cz>
- [4] Mapy [online]. [cit. 2011-02-24]. Dostupný z: <http://maps.google.cz>
- [5] ČSN 73 6110 – *Projektování místních komunikací*; Praha: Český normalizační institut, leden 2006
- [6] Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8
- [7] Edip [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupný z: http://www.edip.cz/files/dokumenty/04-42_ez-12-01_nazvoslovi.pdf
- [8] Technické podmínky TP 188: *Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek*, 2008
- [9] Technické podmínky TP 189: *Stanovení intenzity dopravy na pozemních komunikacích*, 2007
- [10] jdvm [online]. [cit. 2011-03-06]. Dostupný z: <http://jdvm.msquare.cz/>
- [11] Technické podmínky TP 65: *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích (druhé vydání)*, 2002

- [12] Technické podmínky TP 81: Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu (II. vydání), 2006

- [13] Technické podmínky TP 133: Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích (II. vydání), 2005

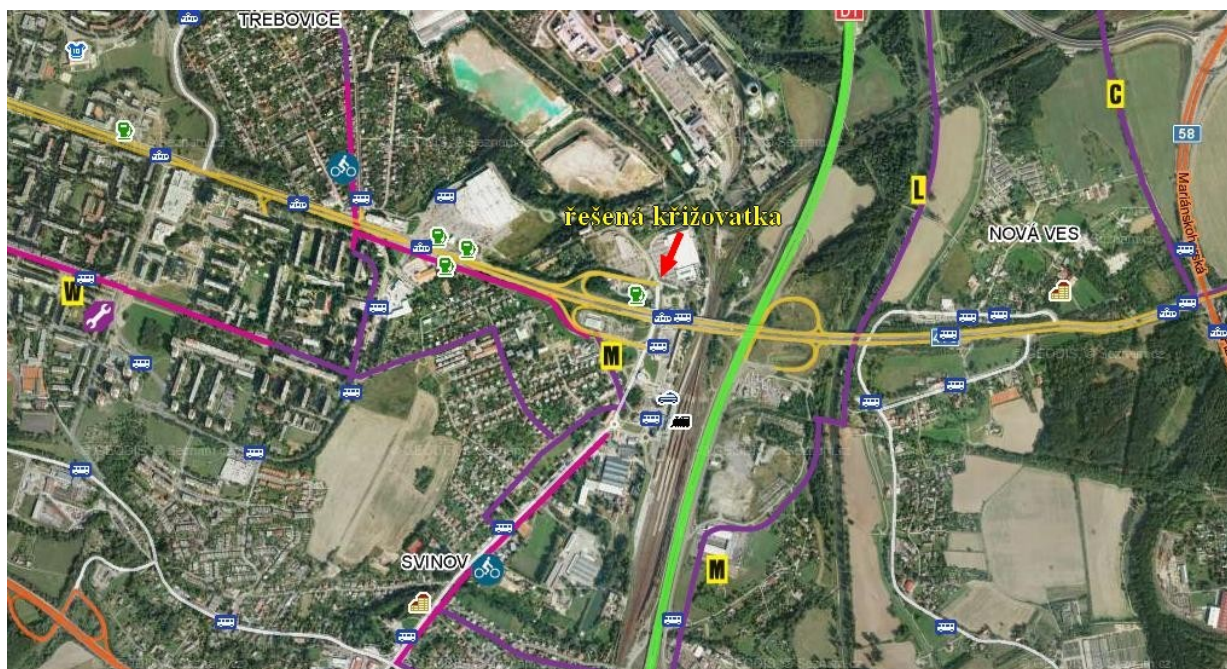
- [14] Technické podmínky TP 135: Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, 2005

SEZNAM PŘÍLOH

- 1 *Obrázky a tabulky***
- 2 *Výkresová dokumentace (M 1:1000)***
 - 1 Stávající stav křižovatky
 - 1a Ověření průjezdnosti vlečnými křivkami
 - 1b Kolizní diagram – období 2007 – 2010
 - 2 1. VARIANTA – Úprava vodorovného a svislého značení
 - 3 2. VARIANTA – Návrh světelného signalizačního zařízení
 - 3a Schémata kolizních ploch
 - 3b Ověření průjezdnosti vlečnými křivkami
 - 4 3. VARIANTA – Návrh okružní křižovatky
 - 4a Ověření průjezdnosti vlečnými křivkami
- 3 *Simulace provozu v programu PTV VISSIM***
 1. Simulace stávajícího stavu
 2. Simulace světelně řízené křižovatky
 3. Simulace okružní křižovatky

1 Obrázky a tabulky

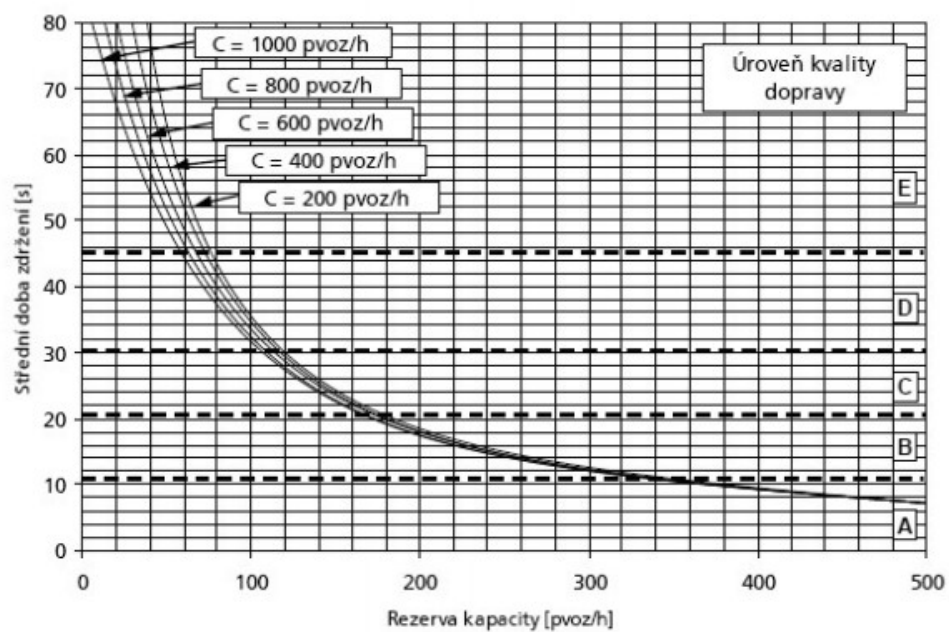
P-1 – Mapa cyklostezek v okolí křižovatky



P-2 – Seznam konfliktních situací na křižovatce

Seznam konfliktních situací			
č.	Čas	Symbol	Stručný popis konfliktní situace
1	2:29	2on2	Vozidlo vyjíždějící z ramene C je ohroženo vozidlem z ramene B, který opominá přednost za ostrůvkem
2	2:40	2x1	Vozidlo z ramene A si náhle rozmyslelo směr jízdy
3	8:40	2g2	Vozidlo z ramene D zastavuje a dává přednost vozidlu na vedlejší z ramene C
4	10:55	2on2	Vozidlo vyjíždějící z ramene D je ohroženo vozidlem z ramene C, který opominá přednost za ostrůvkem
5	12:35	2n3	Vozidlo na rameni A prudce brzdí, vozidlo na rameni C nedává přednost
6	12:42	2tn2	Vozidlo na rameni C vjíždí do křižovatky a nedává přednost vozidlu na rameni A a následně na rameni D
7	14:08	2u1	Vozidlo na rameni D zastavuje a náhle couvá a mění směr jízdy
8	18:00	2Dg2	Vozidlo z ramene A zastavuje v křižovatce a dává přednost vozidlu z rameni B a následně vzniká fronta 4 vozidel
9	18:15	2tn2	Vozidlo na rameni C vjíždí do křižovatky a nedává přednost vozidlu na rameni A a následně na rameni D
10	19:38	2g2	Vozidlo na rameni A dává přednost vozidlu na rameni C
11	21:01	2p2	Vozidlo na rameni C je pasivní a vzniká fronta
12	22:10	2g2	Vozidlo z ramene C dává přednost vozidlům z vedlejší na rameni B a ty projíždí
13	27:58	2oC2	Vozidlo na rameni C je příliš vyjeté v křižovatce a omezuje vozidlo z ramene D
14	28:28	2u1	Vozidlo na rameni C zastavuje a náhle couvá a mění směr jízdy
15	28:29	2x2	Vozidlo z ramene A si náhle rozmyslelo směr jízdy a vjíždí do protisměru na rameni B
16	29:55	2x2	Vozidlo z ramene A přejíždí přes pruhy a mění směr jízdy a ovlivňuje vozidlo z ramene B
17	30:34	1O2	Chodec tlačí motocykl na rameni A a přechází napříč celou vozovkou
18	31:05	9n3	Vozidlo z ramene C nedává přednost autobusu z ramene A a ten prudce brzdí
19	32:28	2f2	Na rameni D se tvoří fronta, která omezuje průjezd
20	33:28	2x1	Vozidlo z ramene A neblíká při odbočování
21	35:24	2g2	Vozidlo na rameni D dává přednost vozidlu na rameni B
22	40:32	2n3	Vozidlo z ramene C omezuje vozidlo z ramene A a to prudce brzdí
23	41:05	2on2	Vozidlo vyjíždějící z ramene C je ohroženo vozidlem z ramene B, který opominá přednost za ostrůvkem
24	48:03	2tn3	Vozidlo z ramene C dělá vyhýbající manévra a nedává přednost autobusu z ramene A
25	59:18	2g2	Vozidlo z ramene C dává přednost vozidlu z ramene B

P-3 – Vztah střední doby zdržení na kapacitě a její rezerv [8]



P-4 – Přepočtové koeficienty na jednotková vozidla

kolo	motocykl	osobní	BUS+nákladní	Nákladní soupravy
0,5	0,8	1,0	1,7	2,2

P-5 – Přepočtené intenzity vozidel na rok 2030

Intenzity								
Vjezd	Směr	Vozidlo	Intenzita [voz/h]	Koeficient	j.v.	j.v. zaok.	Suma	Dílčí součet
A	VA1 Vpravo	Osobni	120	1	120	120	128	183
		Nákladni	4	1,7	6,8	7		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	1	0,5	0,5	1		
	VA2 Přimo	Osobni	45	1	45	45	55	
		Nákladni	6	1,7	10,2	10		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
	VA3 Vlevo	Osobni	212	1	212	212	244	
		Nákladni	19	1,7	32,3	32		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
B	VB1 Vpravo	Osobni	0	1	0	0	0	35
		Nákladni	0	1,7	0	0		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
	VB2 Přimo	Osobni	8	1	8	8	11	
		Nákladni	1	1,7	1,7	2		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	1	0,5	0,5	1		
	VB3 Vlevo	Osobni	15	1	15	15	24	
		Nákladni	5	1,7	8,5	9		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
C	VC1 Vpravo	Osobni	158	1	158	158	172	245
		Nákladni	8	1,7	13,6	14		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
	VC2 Přimo	Osobni	218	1	218	218	244	
		Nákladni	15	1,7	25,5	26		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
	VC3 Vlevo	Osobni	1	1	1	1	1	
		Nákladni	0	1,7	0	0		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
D	VD1 Vpravo	Osobni	271	1	271	271	326	167
		Nákladni	31	1,7	52,7	53		
		Motocykl	1	0,8	0,8	1		
		Jízd. kola	1	0,5	0,5	1		
	VD2 Přimo	Osobni	89	1	89	89	94	
		Nákladni	3	1,7	5,1	5		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		
	VD3 Vlevo	Osobni	61	1	61	61	73	
		Nákladni	7	1,7	11,9	12		
		Motocykl	0	0,8	0	0		
		Jízd. kola	0	0,5	0	0		

P-6 – Výpočtová tabulka mezičasů

Výpočtová tabulka pro výpočet mezičasů													
Najíždí					Vyklízuje							Vypočtený mezičas tm=tv- tn+tb	Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů
Vjezd	Směr	Ln Najížd. Dráha	Vn Najížd. rychlost	Najížd. doba tn=Ln/Vn	Vjezd	Směr	Vykliz. dráha Lv	Délka vykliz. vozidla lvoz	Vykliz. rychlost Vv	Vykliz. doba tv=(Lv+lvoz)/Vv	Bezpr. doba tb		
		m	m/s	s			m	m	m/s	s	s		
VA1	Vpravo	19,11	7,0	2,7	VD2	Přímo	35,77	5	9,7	4,2	2	3,5	4
		20,57		2,9	VC3	Vlevo	38,71	5	7,0	6,2	2	5,3	6
VA2	Přímo	18,27	9,7	1,9	VB3	Vlevo	17,03	5	7,0	3,1	2	3,3	4
		28,28		2,9	VB2	Přímo	18,09	5	9,7	2,4	2	1,5	2
		56,73		5,8	VB1	Vpravo	31,75	5	7,0	5,3	2	1,4	2
		21,39		2,2	VC3	Vlevo	26,35	5	7,0	4,5	2	4,3	5
		58,23		6,0	VD3	Vlevo	35,86	5	7,0	5,8	2	1,8	2
		18,55		1,9	VD2	Přímo	26,17	5	9,7	3,2	2	3,3	4
VA3	Vlevo	1,11	7,0	0,0	VB3	Vlevo	34,43	5	7,0	5,6	2	7,6	8
		32,54		0,6	VB2	Přímo	24,92	5	9,7	3,1	2	4,5	1
		19,15		0,3	VC2	Přímo	24,84	5	9,7	3,1	2	4,7	3
		58,74		1,0	VC1	Vpravo	0,00	5	7,0	0,7	2	1,7	0
		31,30		0,5	VD3	Vlevo	10,24	5	7,0	2,2	2	3,6	0
		20,21		0,3	VD2	Přímo	18,90	5	9,7	2,5	2	4,1	2
VB1	Vpravo	13,08		0,2	VA2	Přímo	30,79	5	9,7	3,7	2	5,5	4
		23,09		0,4	VD3	Vlevo	19,75	5	7,0	3,5	2	5,1	2
VB2	Přímo	12,19	9,7	0,9	VA2	Přímo	29,09	5	9,7	3,5	2	4,6	5
		40,97		3,1	VA3	Vlevo	48,21	5	7,0	7,6	2	6,5	6
		15,77		1,2	VC3	Vlevo	17,63	5	7,0	3,2	2	4,0	4
		21,31		1,6	VC2	Přímo	12,78	5	9,7	1,8	2	2,2	2
		75,76		5,8	VC1	Vpravo	22,33	5	7,0	3,9	2	0,1	0
		21,85		1,7	VD3	Vlevo	14,38	5	7,0	2,8	2	3,1	3
VB3	Vlevo	10,70	7,0	0,1	VA2	Přímo	24,42	5	9,7	3,0	2	4,9	4
		17,13		0,2	VA3	Vlevo	18,89	5	7,0	3,4	2	5,2	3
		23,54		0,3	VC2	Přímo	30,20	5	9,7	3,6	2	5,3	3
		6,75		0,1	VC3	Vlevo	29,29	5	7,0	4,9	2	6,8	6
		6,88		0,1	VD2	Přímo	28,21	5	9,7	3,4	2	5,3	5
		29,38		0,4	VD1	Vpravo	24,40	5	7,0	4,2	2	5,8	2
VC1	Vpravo	0,00	7,0	0,0	VA3	Vlevo	58,74	5	7,0	9,1	2	11,1	11
		0,00		0,0	VB2	Přímo	51,50	5	9,7	5,8	2	7,8	8
VC2	Přímo	11,52	9,7	1,2	VA3	Vlevo	32,64	5	7,0	5,4	2	6,2	6
		6,76		0,7	VB2	Přímo	26,90	5	9,7	3,3	2	4,6	5
		57,76		6,0	VB3	Vlevo	51,26	5	7,0	8,0	2	4,1	4
		4,73		0,5	VD3	Vlevo	18,01	5	7,0	3,3	2	4,8	5
		14,62		1,5	VD2	Přímo	15,37	5	9,7	2,1	2	2,6	3
		57,62		5,9	VD1	Vpravo	46,50	5	7,0	7,4	2	3,4	4
VC3	Vlevo	38,71		4,0	VA1	Vpravo	20,57	5	7,0	3,7	2	1,7	2
		16,70		1,7	VA2	Přímo	30,94	5	9,7	3,7	2	4,0	4
		6,71		0,7	VB2	Přímo	26,46	5	9,7	3,2	2	4,6	5
		23,45		2,4	VB3	Vlevo	13,03	5	7,0	2,6	2	2,2	2
		17,51		1,8	VD2	Přímo	15,76	5	9,7	2,1	2	2,3	3
		4,65		0,5	VD3	Vlevo	18,30	5	7,0	3,3	2	4,8	5
VD1	Vpravo	24,40	7,0	1,4	VB3	Vlevo	29,38	5	7,0	4,9	2	5,5	4
		11,33		0,6	VC2	Přímo	21,99	5	9,7	2,8	2	4,1	3
VD2	Přímo	5,91	9,7	0,3	VA3	Vlevo	33,43	5	7,0	5,5	2	7,2	7
		18,99		1,1	VA2	Přímo	26,95	5	9,7	3,3	2	4,2	3
		60,03		3,4	VA1	Vpravo	43,29	5	7,0	6,9	2	5,5	1
		20,40		1,2	VB3	Vlevo	16,01	5	7,0	3,0	2	3,8	2
		9,31		0,5	VC2	Přímo	21,09	5	9,7	2,7	2	4,2	4
		43,86		2,5	VC3	Vlevo	45,22	5	7,0	7,2	2	6,7	3
VD3	Vlevo	4,67	7,0	0,5	VA3	Vlevo	36,13	5	7,0	5,9	2	7,4	7
		19,13		2,1	VA2	Přímo	41,39	5	9,7	4,8	2	4,7	4
		19,75		2,1	VB1	Vpravo	23,93	5	7,0	4,1	2	4,0	4
		8,33		0,9	VB2	Přímo	27,31	5	9,7	3,3	2	4,4	4
		8,91		1,0	VC2	Přímo	14,72	5	9,7	2,0	2	3,1	3
		11,33		1,2	VC3	Vlevo	11,32	5	7,0	2,3	2	3,1	3

P-7 – Tabulky pro výpočet mezičasů u jednotlivých fází

Mezičas: Fáze 1-2

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklizuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

	Vyklizuje
	Najíždí
	Největší z hodnot = $t_{m\ 1-2} = 8\ s$

Mezičas: Fáze 2-3

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklizuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

	Vyklizuje
	Najíždí
	Největší z hodnot = $t_{m\ 2-3} = 11\ s$

Mezičas: Fáze 3-1

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklizuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

	Vyklizuje
	Najíždí
	Největší z hodnot = tm 3-1 = 6 s

Mezičas: Fáze 1-3

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklizuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

	Vyklizuje
	Najíždí
	Největší z hodnot = tm 1-3 = 8 s

Mezičas: Fáze 3-2

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklizuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

	Vyklizuje
	Najíždí
	Největší z hodnot = $t_m 3-2 = 6\text{ s}$

Mezičas: Fáze 2-1

		Najíždí											
		VA1	VA2	VA3	VB1	VB2	VB3	VC1	VC2	VC3	VD1	VD2	VD3
Vyklizuje	VA1	x	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	VA2	-	x	-	4	5	4	-	-	4	-	3	4
	VA3	-	-	x	-	6	3	11	6	-	-	7	7
	VB1	-	2	-	x	-	-	-	-	-	-	-	4
	VB2	-	2	1	-	x	-	8	5	5	-	-	4
	VB3	-	4	8	-	-	x	-	4	2	4	2	-
	VC1	-	-	0	-	0	-	x	-	-	-	-	-
	VC2	-	-	3	-	2	3	-	x	-	3	4	3
	VC3	6	5	-	-	4	6	-	-	x	-	3	3
	VD1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	x	-	-
	VD2	4	4	2	-	-	5	-	3	3	-	x	-
	VD3	-	2	0	2	3	-	-	5	5	-	-	x

	Vyklizuje
	Najíždí
	Největší z hodnot = $t_m 2-1 = 7\text{ s}$

P-8 – Výpočet délky cyklu a posouzení ÚKD

vjezd	fáze	intenzita I (l.v./h)	saturovaný tok pruhu základní Sz(p) (l.v)	počet pruhů	satur. tok vjezdu základní Sz (l.v.)	podélný sklon vjezdu (%)	koeficient a	poloměr oblouku R (m)	podíl odbočujících vozidel f	koeficient sklonu Kskl	koeficient oblouku Kobl	saturovaný tok vjezdu S (l.v)	stupeň saturace Y	max. Y pro i-tou fázi (kritický vjezd)	celkový stupeň saturace Y
sloupec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VB1(>) + VB2(^) + VB3(<)	1	35	1900	1	1900	0,0	0,0	1,5	0,69	1	0,59	1124	0,031		0,450
VD3(<) + VD2(^)	1	167	1900	1	1900	0,0	0,0	1,5	0,15	1	0,87	1652	0,101	0,187	
VD1(>)	1	326	1900	1	1900	0,0	0,0	16,625	1,00	1	0,92	1743	0,187		
VC1(>)	3	172	1900	1	1900	0,0	0,0	20,000	1,00	1	0,93	1767	0,097	0,129	
VC2(^) + VC3(<)	3	245	1900	1	1900	0,0	0,0	29,750	0,00	1	1,00	1900	0,129		
VA1(>) + VA2 (^)	2	183	1900	1	1900	0,0	0,0	17,000	0,30	1	0,97	1851	0,099	0,134	0,450
VA3 (<)	2	244	1900	1	1900	0,0	0,0	31,750	1,00	1	0,95	1814	0,134		

vjezd	fáze	rozhodující mezíčas t_m (s)	ztrátový čas ve fázi I (s)	celkový ztrátový čas za cyklus L (s)	optimální délka cyklu C_{opt} (s)	realná délka cyklu C (s)	délka zelené pro kritický vjezd z (s)	efektivní zelená z' (s)	kapacita vjezdu K (j.v.)	rezerva kapacity vjezdu Rez (%)	délka řadičho pruhu l (m)	t_w (s)	úkd
sloupec	1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
VB1(>) + VB2(^) + VB3(<)	1								324	89,20	3,44	15,2	A
VD3(<) + VD2(^)	1	8	7				16	17	476	64,92	16,42	17,8	A
VD1(>)	1								502	35,08	32,06	25,0	B
VC1(>)	3	6	5	18	58,2	59	11	12	359	52,15	16,91	21,0	B
VC2(^) + VC3(<)	3								386	36,60	24,09	26,4	B
VA1(>) + VA2 (^)	2	7	6				11	12	376	51,39	18,00	20,9	B
VA3 (<)	2								369	33,88	23,99	28,7	B
0,75.C _{opt} = 43,6757						$z_1' =$	16,0						
1,5.C _{opt} = 87,35139						$z_2' =$	10,7						
						$z_3' =$	11,2						

Kontrolní součet

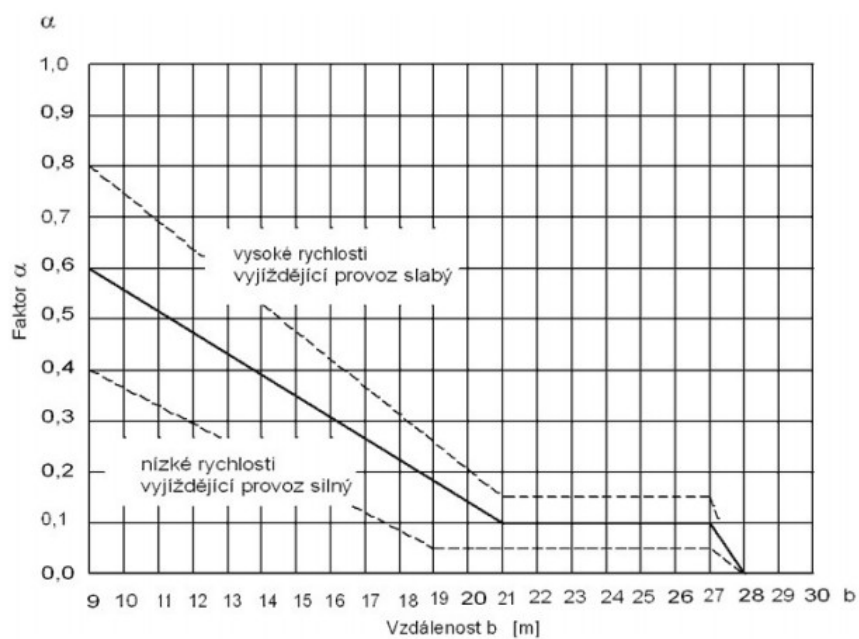
$\Sigma z + \Sigma t_m = 59$

Sestavení signálního plánu		vozidla	vjezd(y)	návěstidlo	fáze	zelená	mezíčas po fázi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
návěstidlo	červený signál																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	červenožlutý signál (2s)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	zelený signál																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	žlutý signál (3 s)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
kontrolní součet: $C = \sum t_m + \sum z = (8 + 6 + 7) + (16 + 11 + 11) = 59 \text{ s}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Délka cyklu C = 59 s																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
$z_1 = 16 \text{ s}$		$t_{m13} = 8 \text{ s}$		$z_2 = 11 \text{ s}$		$t_{m32} = 6 \text{ s}$		$z_3 = 11 \text{ s}$		$t_{m21} = 7 \text{ s}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
návěstidlo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
VA, VA'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

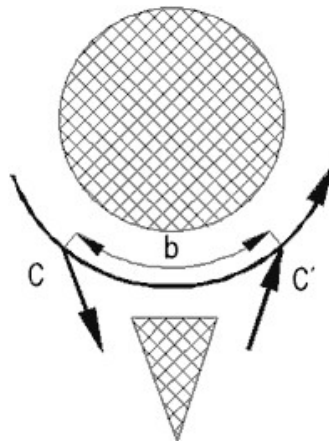
P-10 – Intenzity dopravy pro okružní křižovatku v letech 2010 a 2030 (tučně)

Z	Do	O [voz/h]	T [voz/h]	Celkem [voz/h]
A	B	102 [120]	4 [4]	106 [124]
	C	38 [45]	6 [6]	44 [51]
	D	180 [212]	18 [19]	198 [231]
Součet vozidel		320 [377]	28 [29]	348 [406]
Z	Do	O	B+N	Celkem
B	C	0 [0]	0 [0]	0 [0]
	D	7 [8]	1 [1]	8 [9]
	A	13 [15]	5 [5]	18 [20]
Součet vozidel		20 [23]	6 [6]	26 [29]
Z	Do	O	B+N	Celkem
C	D	134 [158]	8 [8]	142 [166]
	A	185 [218]	15 [15]	200 [233]
	B	1 [1]	0 [0]	1 [1]
Součet vozidel		320 [377]	23 [23]	343 [400]
Z	Do	O	B+N	Celkem
D	A	230 [271]	30 [31]	261 [303]
	B	75 [89]	3 [3]	78 [92]
	C	52 [61]	7 [7]	59 [68]
Součet vozidel		357 [421]	40 [41]	398 [463]

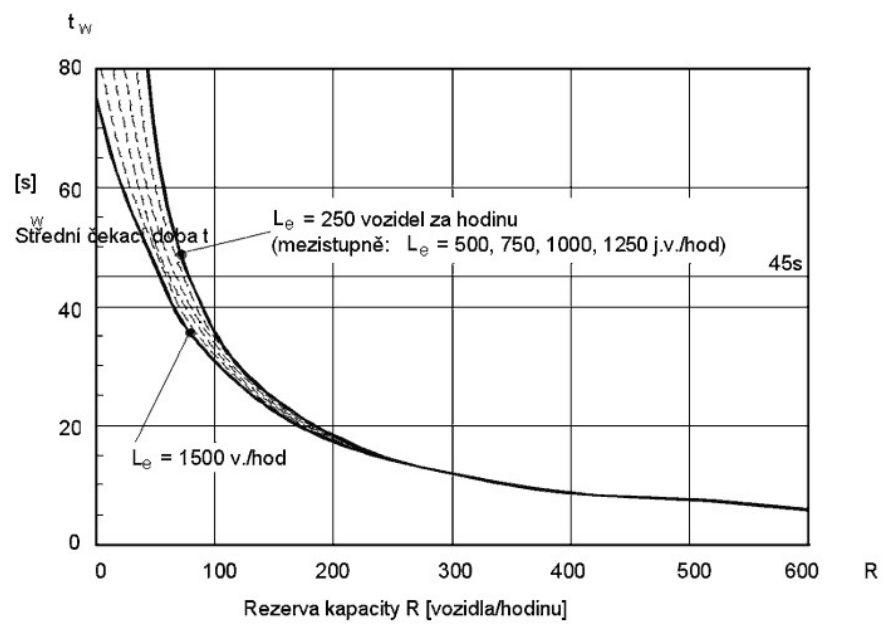
P-11 – Vzájemná vzdálenost vjezdu a výjezdu na jednom paprsku – Faktor α [14]



Vzdálenost mezi dvěma kolizními body



P-12 – Graf střední doby zdržení



Děkuji Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D za pomoc při psaní mé bakalářské práce, při řešení vzniklých problémů a za jeho cenné rady a připomínky.